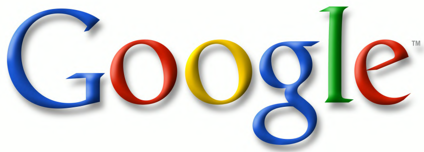
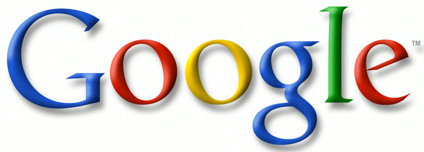
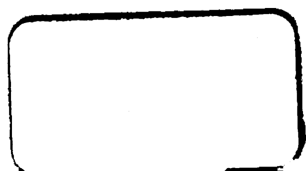








ANNALES

DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Ministre des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME XVI.

PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET Vor DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1849.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Ministre des Travaux Publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines et d'un ingénieur secrétaire :

MM.

Cordier, inspecteur général, membre de l'Académie des Sciences, président.

De Bonnard, inspecteur général, membre de l'Académie des Sciences.

Migneron, inspecteur général.

Chéron, inspecteur général.

Dufrénoy, inspecteur général, inspecteur des études de l'École des mines, membre de l'Académie des sciences.

Élie de Beaumont, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, prof. de géologie.

Thirria, inspecteur général.

Combes, inspecteur général. membre de l'Académie des Sciences, professeur d'exploitation des mines.

Levallois, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

MM.

Le Play, ingénieur en chef, professeur de métallurgie, secrétaire de la commission de statistique de l'industrie minérale.

De Boureuille, ingén. en chef, chef de la division des chemins de fer.

De Sénarmont, ingénieur en chef, professeur de minéralogie.

Reynaud, ingénieur, professeur d'économie et de législation des mines.

Ebelmen, ingénieur, profess. de chimie.

Couche, ingénieur, professeur de chemins de fer et de construction industrielle.

De Cheppe, ancien chef de la division des mines.

Salomon, chef de la division des mines.

Debette, ingénieur, secrétaire de la commission.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des Travaux Publics, à M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines,* à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ces exemplaires leur sont distribués par les soins de M. le secrétaire de la commission. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 80 à 90 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

Paris.—Imprimé par E. Thunot et Cie, successeurs de Fain et Thunot, rue Racine, 26.

NOTES
SUR LES MINES ET FONDERIES
du midi de l'Espagne (suite) (1);

Par M. PERNOLET.

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS.

Il est difficile d'imaginer quelque chose de plus simple que les appareils usités dans le Midi de l'Espagne pour la préparation mécanique des minerais. La principale préparation n'est, à bien dire, qu'un vannage, mais un vannage tout particulier que je vais essayer de décrire, sans me dissimuler ce que les descriptions de tours de main ont, en général, d'insuffisant pour la pratique.

Dans le système de préparation espagnol, on opère sans eau, en plein vent et sans autres appareils qu'un marteau, un crible en toile métallique et un *garbillo*.

Le *garbillo* (*Pl. I*, *fig*. 1, 2 et 3) est une sorte de crible circulaire à fond plein de 0^m,50 environ de diamètre. Le fond est formé d'une épaisse toile à tissu serré et goudronné, qui se retrousse autour d'un cerceau de bois *a*, destiné à donner de la rigidité à une natte de sparterie *b* de 0^m,07 de largeur, dont se compose l'entourage conique du crible. Une ficelle *c* faufilée tout autour traverse toile et natte, de manière à les assujettir l'une et l'autre au cerceau, sans envelopper celui-ci, comme l'indique la *fig*. 3. Garbillo.

(1) Voir Annales des mines, 4e série, t. IX, p. 35, et t. X, p. 253.

Cet instrument coûte 1 piécette ($1^f,08$); il dure de cinquante à soixante jours.

Voici la manière de s'en servir :

Garbillage. Après avoir chargé 1 1/2 arobe ($17^k,25$) environ de minerai menu dans le garbillo, l'ouvrier le saisit à deux mains, aux extrémités d'un même diamètre, et le tenant horizontalement à la hauteur de l'estomac, il lui imprime, à plusieurs reprises, une suite de mouvements giratoires, en décrivant de chaque main à la fois, et en sens inverse, un angle de 45° environ autour du centre du crible, qui se meut en même temps de gauche à droite, soumis, pendant ce déplacement, à une sorte de roulis, de manière à venir pencher successivement de chacun des côtés du *garbillador.* Après chaque suite de mouvements giratoires, l'ouvrier ramène son crible vers la gauche pour recommencer une nouvelle suite d'agitations, en allant de gauche à droite. A la dernière, il élève le crible à la hauteur de sa tête, et du même coup il l'incline de l'arrière à l'avant, de manière à laisser échapper par-dessus le bord la pierraille stérile venue à la surface pendant les manipulations précédentes.

Il faut dix à douze suites de mouvements giratoires et deux à trois mouvements d'expulsion pour les matières les plus rebelles; deux suites de mouvements giratoires et un mouvement d'expulsion suffisent pour les matières les plus faciles à garbiller. Tout cela se fait par mouvements cadencés en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire.

Rien d'original comme le spectacle que présentent certains coteaux de la Sierra de Gador, dont les flancs sont façonnés en gradins gigantesques, par suite de la juxtaposition de tas de

résidus, successivement déposés à différents étages. A la *loma del Suéno*, je n'ai pas compté moins de vingt gradins de ce genre sur une hauteur verticale de 150 à 200 mètres. Dans ces immenses amphithéâtres, l'œil peut embrasser à la fois jusqu'à quatre cents *garbilladores* éparpillés sans ordre le crible en main, chacun au sommet d'un cône de résidus qu'il amoncèle à ses pieds. Les flots de poussière au milieu desquels ce peuple de travailleurs, à demi vêtus de blanc, se balance d'une manière uniforme et en silence, donnent à ce spectacle étrange un aspect fantastique.

L'ensemble et l'ordre des préparations mécaniques varient avec les minerais.

Préparations mécaniques de la Sierra de Gador.

Dans la Sierra de Gador, les *picadores* font, dans l'intérieur même de la mine, un premier triage qui permet d'amener au jour séparément, d'une part les gros morceaux riches en métal ; de l'autre, le gros pauvre ou stérile ; en troisième lieu, tout ce qui est de la grosseur d'une noix et au-dessous.

Rendu au jour, le menu qui est humide est étendu sur le terrain en couches minces, que l'on divise par sillons parallèles, pour en faciliter la dessiccation.

Le gros riche est immédiatement traité par les picadores eux-mêmes. Ceux-ci (dont le prix-fait comprend non-seulement l'abattage du minerai, mais encore la préparation mécanique de la partie riche) séparent d'abord à la main tous les morceaux de minerai pur (*recio*) qui sont saisissables ; ils concassent le reste avec le pic massif et à manche court dont il a été déjà question, ce qui leur permet de séparer à la main une nouvelle quantité de *recio* et du stérile. Après quoi ils réduisent tout ce qui reste en fragments de la

grosseur d'une noisette au plus, et (particularité remarquable) ils ajoutent à la matière à préparer deux parties de fine poussière terreuse provenant de garbillages précédents. C'est ce mélange qui est garbillé; la pierraille stérile vient au-dessus et se trouve éliminée en deux ou trois tours de main. On jette le résidu sur un crible en fil de fer à mailles carrées de 2 ou 3 millimètres de côté environ : ce qui ne passe pas à travers ce crible est le *garbillo de première classe*, produit suffisamment net qui est vendu en cet état.

On obtient le *garbillo de seconde classe* en laissant tomber sous le vent, de hauteur d'homme et peu à peu, le sable et la poussière qui ont traversé le crible métallique. La partie lourde tombe seule d'aplomb dans un garbillo placé à terre, qu'on relève plein, pour en laisser tomber de nouveau ce qu'il contient, dans le garbillo vide mis à sa place : cette manœuvre se répète plusieurs fois, jusqu'à ce qu'on reconnaisse à l'œil ou à la main que le minerai est suffisamment net, suffisamment lourd.

Le garbillo de seconde classe obtenu ainsi, par vannages successifs, est sous forme de gros sable : la matière dont on le sépare contient encore du minerai. Elle passe entre les mains d'entrepreneurs particuliers, qui en tirent parti au moyen d'un garbillage fait avec plus de soin.

Main-d'œuvre pour abattage et préparation mécanique.

Toutes les préparations que je viens d'indiquer sont faites par les picadores eux-mêmes; pour abattage et préparation mécanique, ils reçoivent 11 réaux par huit arobes de minerai net, soit 3f,27 par 100 kilogrammes.

Reste à traiter le gros pauvre et le menu qui ne sont pas payés aux picadores.

Les gros morceaux pauvres sont concassés à leur tour et réduits pareillement à la grosseur d'une noisette au plus. On a soin, pendant le cassage, d'écarter les morceaux stériles ou de richesse insuffisante pour pouvoir être traités avec avantage, et la partie productive est garbillée avec addition de poussière terreuse, comme le minerai provenant des parties riches. Ce travail, qui est fait par des *garbilladores* à la journée, donne aussi des *garbillos* de première et de seconde classe, et laisse des résidus dont il est encore possible de tirer partie.

Les *garbilladores* à la journée sont payés autant que les *picadores* et que les *torneros*, soit 7 réaux 1/4 ou 1f,96 tout compris : c'est à eux que revient aussi la préparation du menu mis à sécher au sortir de la mine. En l'étendant et en le sillonnant, on en a déjà séparé, à la main une certaine quantité de pierres; après dessiccation au soleil, ils complètent ce triage; le reste est garbillé à la manière ordinaire, sans qu'il soit nécessaire toutefois d'y ajouter de la poussière, ce mélange étant par lui-même suffisamment terreux. Après un premier garbillage qui a éliminé bonne partie de pierrailles stériles, on laisse tomber sous le vent le contenu du garbillo dans un autre garbillo.

Avec la tête du pic on écrase dans le garbillo même les pelotes et les grenailles qui s'y sont réunies; on garbille de nouveau, on passe au crible métallique qui retient du *garbillo de première classe;* le reste est encore vanné, et donne du *garbillo de seconde classe.*

On m'a dit qu'en douze heures un homme tire du menu desséché de dix-huit à vingt arobes

Produits du garbillage correspondants à différentes matières.

de minerai net (207 à 230 kilog.); mais ce produit doit varier, ce me semble, dans des limites plus étendues. La préparation des parties riches, dont les picadores sont chargés, est, à temps égal, deux ou trois fois plus productive.

Les compagnies font préparer par des garbilleurs à la journée toutes matières capables de rendre au delà de quatre à six arobes par jour, suivant les circonstances.

Dans la Sierra de Gador, on compte 1 garbillador à la journée pour 8 picadores.

Il y a, en outre, des entrepreneurs spéciaux qui se chargent, à forfait, du traitement des résidus des différents garbillages. Les produits qu'ils en retirent, ou plutôt qu'ils en font retirer par des ouvriers à leurs gages, sont à l'état de sable et de poussière; c'est ce qu'on appelle *polvos*.

Soit par négligence, soit qu'il y ait à cela difficulté ou médiocre avantage, on ne cherche pas à séparer les résidus de richesse et de grosseur différentes : ils sont jetés pêle-mêle les uns sur les autres, ce qui renchérit peut-être le travail subséquent, ou le rend plus imparfait.

Les entrepreneurs de garbillage traitent avec profit toute matière capable de rendre, par homme et par jour, 2 arobes (23 kilog.) de minerai propre à la fusion. Ce produit correspond à une valeur marchande de 2f,70 environ, somme qui comprend le salaire du garbilleur, le droit de l'exploitant et le bénéfice de l'entrepreneur. On ne s'arrête pas à cette limite: quand le travail régulier manque, bien des ouvriers sans emploi cherchent leur existence dans le garbillage des déblais et des résidus abandonnés par les entrepreneurs. Ils obtiennent la faculté de reprendre ces matières

à leur compte, au moyen d'un prix convenu avec les exploitants pour le minerai qu'ils peuvent en retirer. C'est ainsi que tel tas a été remanié jusqu'à dix fois, à des prix de plus en plus élévés : la limite de ces prix doit être de 5 à 6 réaux par arobe de minerai propre à la fusion (11f,70 à 14 fr. les 100 kilog.); car c'est ce que les fonderies donnent des *polvos*, seuls produits qu'on puisse retirer de résidus si souvent remaniés.

Enfin on rencontre des ouvriers isolés qui fouillent et garbillent pour leur propre compte les alluvions déposées au pied des montagnes en exploitation. On en cite même qui garbillent, de temps à autre la poussière du chemin d'Adra, par où passent les caravanes d'ânes qui transportent le minerai aux grandes fonderies établies sur la côte.

Comme on l'a vu, les produits des différentes préparations de minerai usités dans la Sierra de Gador forment trois sortes principales : le *recio*, les *garbillos* et les *polvos*.

Le *recio* comprend trois variétés :

Caractères et valeur des différents produits.

1° Le *métal de Hoja* (feuilleté, lamellaire), galène à grandes facettes, qu'on expédie à l'étranger, comme alquifoux; ce qui lui vaut une faveur de 1 à 2 réaux par arobe sur le *recio* ordinaire, bien qu'au fourneau à réverbère cette dernière sorte rende son plomb plus facilement et en quantité notablement plus grande;

2° Le *métal de Luz* (éclatant, miroitant), galène à petites facettes, plus consistante que la variété précédente et que l'on fond généralement;

3° Le *métal acerado* (à grains d'acier), galène terne et tenace. C'est la variété qui convient

le mieux à la fonte, tant pour la facilité du travail que pour la quantité du rendement.

Les *garbillos* se divisent en deux classes ; le *garbillo bueno* et le *garbillo inferior*.

Le *garbillo bueno* (bon ou de premier choix) ne diffère guère du recio ordinaire que par la grosseur ; aussi a-t-on coutume d'associer les deux espèces. C'est ce mélange que les fonderies achètent sous le nom de *recio* au prix de 9 réaux l'arobe pris sur le carreau de la mine, soit 21f,10 par 100 kilog. ; il rend 67 p. o/o et au delà.

En 1845, cette sorte se vendait, depuis la Saint-Jacques (25 juillet), jusqu'à 11 réaux 3 quartos, c'est-à-dire près de 27 fr. les 100 kilog. Mais ce prix était accidentel, il était dû à une concurrence momentanée sans doute entre les trois principaux producteurs de plomb du pays, M. Heredia d'une part, contre MM. Figuerroa et Guerrero, qui paraissent viser au monopole du commerce des plombs sur le continent.

Le *garbillo inferior*, moins brillant et moins riche que l'autre, se vend de 6 à 7 réaux l'arobe, soit de 14 fr. à 16f,40 les 100 kilog. ; il rend de 50 à 60 p. o/o.

Les *polvos* (poussières ou sables) sont habituellement sans éclat ; ils ont souvent une teinte blanche qu'ils doivent soit à la présence du plomb carbonaté existant dans le minerai à l'état cristallin, soit à la présence d'une croûte superficielle de plomb sulfaté formée à la suite d'une longue exposition à l'air. Pour être marchand, ce produit doit rendre, au four à réverbère, de 45 à 50 p. o/o de plomb. On le paie de 5 à 6 réaux l'arobe, c'est-à-dire de 11f,90 à 14 fr. les 100 kilog., comme je l'ai dit plus haut.

Ces différentes sortes sont ordinairement fondues ensemble, en proportions telles que les 100 kilog. de minerai livré aux fonderies coûtent, sur le carreau de la mine, 17 fr. par 100 kilog.

La hausse de 1845 avait porté ce prix moyen à 20 fr. Il faut y ajouter 3 réaux par quintal, ou 1f,75 par 100 kilog. pour les minerais fondus sur la côte, qui ont à payer un transport de 3 à 4 lieues (1).

---

(1) La lieue espagnole est d'environ 6.000 mètres.

Relativement au prix des minerais de plomb ordinaires, c'est-à-dire sans argent, il n'est pas sans intérêt de mettre les prix anglais en regard des prix espagnols. En 1842 et 1843, les minerais de plomb tenant de 70 à 75 p. 0/0 de plomb et de 7 à 11 onces d'argent par tonne (soit de 200 à 350 grammes environ par 1.000 kilog.) se vendaient à Holywell de 12 1/2 à 14 livr. sterl., soit de 310 à 350 fr. la tonne. On estime, en Angleterre, que 7 onces d'argent sont nécessaires pour payer les frais de coupellation d'une tonne de plomb d'œuvre. Il s'ensuit que par tonne de minerai il faut faire abstraction de 5 onces d'argent. A ce compte, 2 à 6 onces d'argent entreraient seulement dans notre valeur de 310 à 350 fr. Ce qui mettrait encore à 300 fr. environ le prix du minerai supposé non argentifère. Mais en 1844, 1845 et 1846 (d'après le Mining Journal du 3 octobre 1846), les prix des minerais de plomb ordinaires ont subi une dépression très-forte et se sont tenus entre 240 et 260 fr. le tonneau. J'ai appris depuis que ce prix s'était relevé à 280 et 290 fr. pour des galènes à grandes facettes, presque pures, qui ne tiennent que 150 grammes d'argent par tonneau et qu'on tire des environs d'Aix-la-Chapelle. Pendant cette période de 5 années, le prix du plomb en saumons a varié, en Angleterre, de 16,15 liv. st. à 19,10 liv. st., soit de 420 fr. environ à 490 fr. la tonne. Le minimum correspond à

Ce transport se fait à dos d'âne, dans des *ceras*, comme pour les minerais de la Sierra Almagrera, mais par des chemins bien autrement difficiles.

Préparations mécaniques de la Sierra Almagrera.

Autant que j'ai pu en juger dans une visite de quelques heures passées, en majeure partie, dans les travaux souterrains, la préparation mécanique des minerais est bien moins soignée dans ce dernier canton de mines que dans la Sierra de Gador. Il m'a semblé que le crible métallique y était inusité et qu'on n'avait pas recours à cette ingénieuse addition de poussière terreuse qui remplace, par un fluide artificiel, l'eau dont la région métallifère est privée. La nature toute différente des minerais de la Sierra Almagrera justifie en partie ces différences de soin. Ces minerais sont non-seulement plus terreux et destinés à un genre de fonte moins exigeant que le travail au four à réverbère, mais la densité n'étant pas le caractère qui distingue essentiellement de leur gangue les minerais du Jaroso, un système de préparation basé sur cette seule propriété ne peut leur convenir que dans certaines limites. Nous avons déjà eu lieu de remarquer que, pour les minerais barytiques et ferrugineux de la Sierra Almagrera, la ténacité est un caractère de richesse non moins

---

1844, le maximum à 1845. En 1841, le prix courant était de 500 fr.

Les plombs espagnols sont cotés sur le marché anglais à un prix un peu inférieur au prix des plombs anglais. En Espagne, les plombs doux obtenus directement, au four à réverbère, des galènes de la Sierra de Gador se tenaient au-dessous de 400 fr. en 1845, tandis qu'ils se vendaient 465 fr. à Londres et que les plombs anglais étaient cotés à 490 fr.

important que la densité; c'est en raison sans doute de cette relation générale entre la ténacité et la richesse, en plomb du moins, que, dans les premiers temps de l'exploitation, on avait cru pouvoir rejeter comme stériles les *polvos* que l'on considérait comme le représentant le mieux caractérisé des parties du minerai les plus friables.

Cette défaveur dont les *polvos* ont été l'objet, jusqu'à la fin de 1844, suffisait pour qu'on évitât toute division capable de produire inutilement d'autres poussières que celles auxquelles l'exploitation et les manœuvres qui en dépendent donnent nécessairement lieu; c'était déjà une cause de préparation incomplète. Qu'on ajoute à cela, d'une part l'impossibilité d'apprécier à la couleur ou au poids la valeur approchée des minerais de la Sierra Almagrera, de l'autre l'extrême recherche de ces minerais, par suite du nombre inconsidéré de fonderies qui se sont établies dans le voisinage des mines, et l'on comprendra qu'indépendamment de toute considération technique, il y a deux raisons capitales pour que la préparation mécanique de la Sierra Almagrera soit peu exemplaire :

1° Difficulté inhérente à la matière;

2° Négligence intéressée.

Produits de la préparation.

Quoi qu'il en soit, le gros et le menu sont extraits séparément comme dans la Sierra de Gador, mais les *picadores* n'ont pas à s'occuper de la préparation mécanique.

Rendu au jour, le gros est classé en *recio*, *garbillon* et *vaciaderos* : au besoin, quelques coups de marteau viennent en aide à ce premier triage.

Le *recio*, qui se compose des gros morceaux, les plus riches en plomb, n'est jamais vendu seul;

ce qu'on vend sous le nom de *recio* est un mélange de *recio* proprement dit et de minerai d'une qualité inférieure.

On appelle *garbillon* les morceaux de moyenne grosseur dans lesquels le riche et le pauvre se trouvent unis assez intimement pour qu'on ne juge pas à propos d'en essayer la séparation.

Les *vaciaderos* sont de gros morceaux peu ferrugineux et sans trace plombeuse apparente.

De son côté, le menu est trié au jour pour en séparer les quelques gros morceaux qui peuvent y rester, puis on le garbille; la pierraille amenée à la surface est rejetée plus ou moins complétement; ce qui reste est vanné six ou huit fois : l'ouvrier le laisse tomber de $1^{m},50$ de hauteur, dans un garbillo placé à terre, qu'il relève plein pour le vider à son tour sous le vent, comme cela se pratique dans la Sierra de Gador.

Ce sont ces vannages successifs qui donnent les *polvos*.

On regarbille enfin le dernier produit obtenu, pour le classer en *primeras* premier choix, et *ultimas* ce qui reste.

Les *primeras* se composent de fragments de la grosseur d'une noix, qui ont la richesse en plomb du *recio* toutes les fois que la préparation est faite avec soin; aussi l'appelle-t-on dans ce cas *petit recio*. C'est le choix de cette qualité qu'on a coutume d'associer, par moitié, avec le *recio* proprement dit. Le mélange qui en résulte est communément désigné sous le nom de *moitié-moitié*.

Cette sorte devient de jour en jour moins abondante et moins loyale; son prix se soutient à un taux deux et demi et cinq fois aussi élevé que celui des deux autres sortes. A aucun prix l'on ne

trouverait aujourd'hui à acheter seul le *recio moitié-moitié* : de l'aveu des exploitants eux-mêmes, il sert à faire passer le reste, qu'on vend simultanément dans la proportion de la production.

La deuxième sorte se compose du reste des *primeras* associé avec du *garbillon*; elle se vend sous le nom de *primeras*.

Enfin, l'on vend sous le nom d'*ultimas* les *ultimas* proprement dites, c'est-à-dire les parties les plus menues et les plus pauvres, produites par le garbillage, auxquelles on ajoute du *garbillon* pauvre.

Les prix de ces trois sortes sont à peu près dans le rapport des nombres 5, 2 1/2 et 1.

J'ai déjà eu occasion de faire connaître le montant de ces prix ainsi que les proportions des différents produits pour 1845 (*Ann. des Mines*, 4e série, t. IX, pages 77 et 79).

Je me contenterai de rappeler qu'à cette époque le *recio moitié-moitié* n'entrait pas pour un dixième dans le produit total; qu'il se vendait sur le pied de 40 fr. environ par 100 kilog., et que les *primeras* cotées 16 fr. environ par 100 kilog. formaient près des trois quarts de l'ensemble du minerai.

Le prix moyen des trois sortes réunies, telles qu'on les livrait aux fonderies, était alors de 15 à 16 fr. par 100 kilog., rendant communément 10 p. 0/0 de plomb et 115 grammes d'argent. C'est à peu près le prix que j'ai indiqué pour les galènes pauvres en argent propres à la fusion au four à réverbère; mais tandis que la galène produite par les exploitations des Alpujarras provient d'une préparation sérieuse qui élimine au moins les 9/10 de la matière abattue, le minerai de la Sierra Al-

magrera n'est soumis qu'à une apparence de préparation, et se vend brut à vrai dire. Pour un filon puissant et d'abattage facile, ce prix de 15 à 16 fr. par 100 kilog. est donc énorme; il suffirait pour expliquer le peu d'empressement des exploitants à soigner leur préparation mécanique.

Les *vaciaderos* provenant des cinq premières années de l'exploitation s'étaient vendus à raison de 2 réaux l'arobe, soit 4$^{fr.}$,70 par 100 kilog., près de moitié moins par conséquent que les *ultimas*. Ce prix a été fort avantageux pour les fonderies qui ont fait l'acquisition de ces matières mises au rebut d'abord. Je ne retrouve pas sur mes notes le prix des *polvos*; mais on peut être sûr que ce prix a été déterminé par sentiment et sans le moindre essai, pas plus de la part de l'acheteur que de celle du vendeur. On n'opère pas autrement dans ce pays-là.

Les minerais de la Sierra Almagrera sont emballés, comme ceux de la Sierra Gador, dans des *ceras* ou corbeilles en sparterie, qui en contiennent chacune un quintal (46 kilog.). L'emballage se fait à la sortie de la mine, immédiatement après la préparation. Dans la pesée on donne 5 livres (2$^{kil.}$,30) de *lance* pour le *recio* et 6 livres (2$^{kil.}$,76) tant pour les *primeras* que pour les *ultimas*, afin de tenir compte du poids de la *cera* et du lien qui sert à la clore. L'acheteur paie en sus 1 réal (0$^{fr.}$,27) par 2 ceras.

Les différentes sortes ainsi emballées forment des tas séparés, qui restent en plein air jusqu'au moment de la livraison. On peut entrevoir quelques morceaux du contenu des *ceras* placées à l'extérieur des tas, mais on n'a pas la faculté de

s'assurer autrement de la valeur du minerai que l'on veut acheter.

Le système de préparation usité est sans profit pour les fondeurs.

Il semblerait que depuis qu'on a reconnu la convenance de fondre les *vaciaderos* et les *polvos*, la préparation des minerais de la Sierra Almagrera devrait être ou nulle, pour éviter des frais dont les fonderies ne profitent pas, ou plus minutieuse que partout ailleurs afin de soustraire à la fonte les parties réellement stériles qui s'y trouvent à un tel état, qu'à défaut d'eau surtout une main soigneuse pourrait seule les éliminer d'une manière satisfaisante. On n'a pris ni l'un ni l'autre parti et l'on continue de classer les minerais en *recio*, *primeras* et *ultimas*, comme du temps que les *vaciaderos* et les *polvos* étaient jetés au rebut.

Pour se rendre compte de la conservation de cette pratique, il faut, ce semble, recourir à des considérations commerciales.

Depuis la découverte du filon les exploitants ont toujours eu leurs intérêts indépendants de ceux des fondeurs, et, dans l'état actuel des choses, ceux-ci ne jugent la valeur du minerai qu'ils achètent que par le produit obtenu de leurs dernières fontes. Cette manière d'opérer est toute à l'avantage des exploitants, car, indépendamment de ce que, entre certaines limites, ils sont maîtres de la composition des différentes classes de minerai qui ont cours, on a vu qu'ils avaient encore en leur faveur la nature même du gîte, qui, exploité de haut en bas, donne des produits à teneurs de moins en moins élevées à mesure que les travaux s'approfondissent. De ces deux circonstances il résulte que la baisse des prix est toujours en retard sur la baisse des teneurs. Qu'on joigne à cela l'es-

prit de concurrence qui anime les fondeurs, et le développement successif des exploitations, qui tâchent de compenser le défaut de qualité des produits par l'accroissement de la quantité extraite et l'on aura les deux causes auxquelles j'attribue la prospérité soutenue des mines et la détresse croissante de la plupart des fonderies. Or, si à l'époque où l'on a reconnu la possibilité de fondre avec avantage, les résidus délaissés d'abord, on avait modifié le classement du minerai de manière à emballer pêle-mêle tout ce qui peut mériter d'être fondu, il en serait nécessairement résulté une perturbation dans les prix de vente, perturbation qui, appelant l'attention des fondeurs sur le moyen d'établir le nouveau prix, aurait pu devenir plus préjudiciable aux exploitants que l'économie des frais de préparation ne pouvait leur être profitable; car ces frais sont bien minimes; en 1842, d'après un état que j'ai entre les mains, ils montaient à peine à 0f,70 par 100 kilog. de minerai net; ce n'était pas le 1/8 du prix de revient: depuis ils ont dû diminuer (1).

Quant à ce qui est d'une préparation plus minutieuse et consciencieusement faite, il est bien vrai que l'appauvrissement progressif du minerai la commanderait dans l'intérêt des fonderies; mais

---

(1) On comptait alors sur 100 ouvriers ou maîtres employés à l'exploitation des mines productives de la Sierra Almagrera : 36 mineurs, 36 décombreurs, 6 extracteurs, 18 préparateurs et 4 divers. Dans la Sierra de Gador, où la préparation se fait en partie avec le secours des mineurs, on a sur 100 personnes : 36 mineurs, 27 décombreurs, 27 extracteurs, 6 garbilladores, 4 maîtres et directeur.

les exploitants n'avaient pas intérêt à en prendre l'initiative. Ils se garderont bien de se donner ce surcroît de travail, s'ils n'y sont pas contraints par les acheteurs. Or ceux-ci, toujours affamés, paraissent se préoccuper moins de fondre avec profit que de ne pas avoir à éteindre leurs fourneaux : loin de faire la loi aux exploitants, c'est à qui, parmi eux, sera le premier à la subir. On dirait des joueurs qui comptent sur un coup heureux pour couvrir leurs pertes. Il résulte de là que la vente du minerai est assurée avant même qu'il soit abattu.

Ce fâcheux état de choses, qui a déjà causé la ruine de plus d'un établissement considérable, paraît devoir entraîner celle des fonderies qui subsistent encore. Elles auront d'autant plus de peine à résister que les exploitants se mettent en mesure de fondre eux-mêmes leurs minerais, afin de rester maîtres des cours, sans s'exposer à voir la production excéder les demandes.

Préparation complémentaire des minerais de la Sierra Almagrera.

Cependant, en raison de la pauvreté croissante du minerai, l'imperfection des préparations mécaniques se fait plus vivement sentir chaque jour, et les fonderies les mieux gouvernées cherchent déjà à réduire leurs frais, en ne livrant aux fourneaux que des matières convenablement riches. C'est ainsi que j'ai vu, en dehors de la fonderie del Pilar, à Aguilas, des tas considérables de gros morceaux stériles, éliminés par le triage; c'est ainsi que, plus soigneuse encore, la fonderie de San Ramon, à la Garuccia, a établi des cribles à eau pour le nettoyage du menu lui-même.

Cette fonderie, qui a la prétention d'avoir seule réussi dans la fonte des minerais de la Sierra Almagrera, enrichit ses minerais avant de les livrer

aux fourneaux, et pourtant une bonne partie des minerais dont la Garuccia dispose provient de la mine l'*Observacion*, qui est connue pour fournir les moins impurs.

Mesure de l'insuffisance systématique des préparations à sec dans la Sierra Almagrera.

Le soin que cette mine apporte à ses préparations vaut à ses produits, relativement à ceux de l'*Esperanza*, une faveur de 5 à 6 p. o/o pour le *recio*, de 15 p. o/o pour les *primeras*, et de 35 p. o/o pour les *ultimas*.

Les minerais du *Carmen*, qui passent pour être plus riches en plomb que ceux de l'*Esperanza*, mais moins riches en argent, ces minerais, ainsi que ceux de la *Rescatada*, sont cotés au-dessous de ceux de l'*Esperanza*, à peu près dans le même rapport que ces derniers relativement à ceux de l'*Observacion*.

Enfin, entre les minerais de *las Animas* et ceux de l'*Observacion*, il y a des différences qui vont jusqu'à 20 p. o/o sur le *recio*, à 35 p. o/o sur les *primeras*, et à 50 p. o/o sur les *ultimas*.

Ces différences de prix donnent approximativement la mesure de l'insuffisance des préparations auxquelles se bornent les mines qui livrent leurs produits à des fonderies dont les intérêts ne le touchent pas. Cette insuffisance est systématique pour quelques-unes des mines; il en est d'autres qui feraient difficilement mieux sans perte. C'est ainsi qu'on est en droit d'attribuer uniquement au manque d'eau et à la cherté de la main-d'œuvre dans la Sierra Almagrera, le complément de préparation mécanique qui est jugé nécessaire pour le minerai de l'Observacion; car le propriétaire de cette mine fond lui-même sa part de minerai, qui représente les $\frac{100}{135}$ de la totalité des produits : il est donc intéressé, eu égard à l'économie du transport, à pousser

la préparation à sec aussi loin que les circonstances locales permettent de le faire.

Cribles à secousse.

L'atelier de criblage de la fonderie de San Ramon comprend dix cribles rectangulaires de $1^m,20$ de longueur sur $0^m,70$ de largeur, suspendus, chacun, par deux points situés près des petits côtés, à un levier fourchu qui oscille autour d'un axe fixe. Chaque crible a son homme qui l'agite à la main, au milieu d'un petit bassin plein d'eau creusé dans le sol. Ces cribles sont garnis de toile métallique à mailles carrées, de 4 millim. de côté. Je n'ai pas pu être témoin des manipulations, mais on les devine aisément, et la nature des pierrailles de rebut que j'ai vues entassées dans l'atelier me donnerait à croire: 1° que les minerais gros sont concassés à la grosseur d'une noix avant d'être livrés aux cribles; 2° que le criblage permet de retirer du gros une quantité notable de nulles valeurs composées essentiellement de micaschiste peu ferrugineux; 3° que tout le fin qui passe à travers la toile métallique est fondu sans autre préparation.

Pour ce qui est de la proportion des nulles-valeurs qu'on élimine ainsi et de la quantité de minerai qu'on traite journellement à un crible, je n'ai rien pu savoir. Mais si la totalité du minerai est soumise à cette préparation, il existe deux limites entre lesquelles la quantité de travail journalier d'un crible doit être comprise. On a vu que la fonderie San Ramon dispose d'au moins $\frac{105}{135}$ de la production de l'Observacion. Cette production devait être, en 1845, d'après mon estimation (Annales des mines, 4e série, t. X, pages 254 et suivantes), de 620.000 kilog. par mois, soit donc au moins 25.000 kilog. par jour de travail, à cette fonderie qui, tenue par des Anglais, s'arrête com-

plétement le dimanche. Si les 10 cribles sont occupés pendant toute la semaine, on peut conclure de là que, par jour, chaque crible met au net au moins 2.500 kilog. de minerai; ce serait là le minimum.

Mais la Garuccia, qui, pendant 5 à 6 jours sur 7, entretient 5 ou 6 fourneaux en feu, sur 7 qu'elle possède, prétend fondre, journellement, jusqu'à 2.000 quintaux castillans de minerai, soit la quantité prodigieuse de 92.000 kilog. Admettons qu'on n'atteigne ce chiffre que sur la fin de la semaine (si tant est que cela soit, comme le propriétaire me l'a assuré), et supposons que, moyennement, l'on n'en fonde que les 2/3, soit environ 60.000 kilog. par jour de travail; il en résultera, pour chaque crible, un poids de 6.000 kilog., ou environ 35 hectolitres de minerai à passer journellement. Ce doit être là un maximum. La moyenne serait de 4.250 kilog. ou 2 1/2 mètres cubes environ.

Un crible étant capable de recevoir à la fois près de 1 hectolitre de minerai, la moyenne du travail estimé comme je viens de le faire ne dépasserait pas une trentaine de criblées par jour; ce chiffre n'a donc rien d'inadmissible, et le maximum lui-même semble parfaitement possible.

S'il en est ainsi, la préparation complémentaire du minerai doit coûter au plus 0f,50 par tonneau, et comme la fonte coûte au moins cent fois autant, ainsi qu'on le verra dans la suite de ces notes, il suffirait d'éliminer 0,01 de nulle valeur pour que l'opération fût profitable : il ne me semble pas douteux que la quantité de nulle valeur séparée par le criblage de la Garuccia ne dépasse de beaucoup ce chiffre.

Bien que la plupart des fonderies qui traitent les minerais de la Sierra Almagrera soient assez rapprochées pour que j'aie pu, en deux jours, visiter mines et usines de ce canton, je n'oserais pas affirmer que les fonderies voisines de San Ramon ont connaissance du criblage à l'eau, qui s'y pratique avec une si grande apparence de raison; il ne serait pas impossible, d'ailleurs, qu'elles en eussent connaissance sans en user, bien que pourvues de tous les moyens nécessaires, et quoique ce défaut de soin soit peut-être une des principales causes de l'infériorité reconnue de ces fonderies, par rapport à celle de la Garuccia.

Quand on se ruine en achetant, les yeux fermés, pour plus d'un million par an d'une marchandise sans caractère constant et dont la valeur a varié de 1 à 3 en 4 ou 5 ans, on peut bien rester indifférent à des détails secondaires comme ceux-là. Cependant un essai pareil n'est pas de ceux devant lesquels l'incertitude du succès permet de reculer. L'établissement d'un crible ne peut pas coûter 100 fr., et si l'on venait à reconnaître que les matières séparées sont trop riches pour être rejetées, on en serait quitte pour les faire rentrer dans la fonte en renonçant au criblage, sans autre sacrifice qu'une perte de main-d'œuvre insignifiante.

Autre préparation à l'eau dans la Sierra de Gador.

Le travail de la Garuccia n'est pas le seul exemple de préparation à l'eau dont j'ai été témoin dans le Midi de l'Espagne. Au cœur même de la Sierra de Gador, entre les mines de la Baja et de Santa Suzanna, j'ai vu une sorte de lavage à la caisse allemande, pratiqué sur d'anciens résidus de garbillage, au moyen d'eau qui, transportée à dos de mulet, dans des vases en terre, coûtait

2 1/2 réaux la charge de 8 arobes, soit près de 7f,50 le mètre cube.

Claie à trémie. La matière brute était passée préalablement sur une claie pourvue d'une trémie à sa partie supérieure. Cette disposition est bonne, elle oblige l'ouvrier à tirer de la claie tout le parti possible, ce qu'il ne fait pas toujours quand rien ne fixe la hauteur à laquelle il doit projeter la matière, ni la largeur sur laquelle il doit la répandre. La trémie assure en outre la conservation de la claie, en la préservant des chocs de la matière projetée; enfin cette disposition facilite beaucoup la surveillance du travail. Malgré ces avantages, en cas pareil, j'accorderais la préférence à un crible cylindrique tournant autour d'un axe légèrement incliné. Ces sortes de cribles peuvent être faits très-simplement en treillis de fil de fer, et l'augmentation de main-d'œuvre qu'ils exigent est amplement compensée par une désagrégation plus puissante et surtout par un classement plus parfait. La faculté de pouvoir opérer au milieu de l'eau donne en outre, dans certains cas, au crible cylindrique un avantage important auquel la claie ne saurait prétendre.

Les pierrailles une fois séparées au moyen de la claie, on lavait le sable à la caisse allemande, où on le repassait successivement trois fois avant de considérer comme nette la tête du dépôt.

Caisse allemande. Les *fig.* 4 et 5, *Pl. I*, représentent la disposition de l'appareil : il était composé de 2 tonneaux servant de réservoir, qui versaient leur eau dans un creux, d'où elle s'épanchait dans la caisse à laver; celle-ci était façonnée en pierres sèches. Le travail se faisait à la manière ordinaire, par des enfants, au moyen d'un râble courbe en fer *r*.

Les eaux de lavage étaient recueillies fort incomplétement dans de petites fosses où des manœuvres venaient les puiser avec des pots pour les faire servir de nouveau.

Le service de ce simple appareil n'occupait pas moins de 6 hommes (y compris le passage à la claie), 3 enfants, et de 32 à 40 mules, qui ne faisaient chacune que 4 voyages par jour. La charge d'une mule étant, dans cette localité, de 8 arobes (92 kilog.), on voit que le maximum de la dépense en eau était, par jour, de 15 mètres cubes environ. Le produit correspondant était, m'a-t-on dit, de 400 à 600 arobes, soit de 4.500 à 7.000 kilog. de minerai préparé. Ces derniers chiffres paraissent bien élevés, mais il faut dire que le minerai était assez peu dégrossi pour que je n'aie pas cru pouvoir estimer à plus de 10 p. 0/0 la teneur en galène du produit de 3 lavages successifs. On m'a assuré, d'ailleurs, que l'entrepreneur du lavage, qui fondait lui-même ce minerai, le relavait encore à sa fonderie, plus favorablement située sans doute par rapport à l'eau.

Cet essai est fort intéressant, mais il semble que c'est à peine si le produit peut couvrir les frais, et l'on s'étonne de voir que, dans une localité où l'eau est si rare, on se soit décidé à en faire usage sans mieux s'ingénier pour l'économiser. La main-d'œuvre elle-même a été inutilement prodiguée. Ainsi le service d'une caisse allemande, qui peut être fait, à la rigueur, par une femme ou par un enfant, n'exige ordinairement pas plus de deux personnes. Dans la Sierra de Gador on y employait, en outre, un homme capable de retirer les matières de la caisse, en les soulevant à bras, dans une corbeille de sparterie. Je n'ose pas dire que

la pelle soit inconnue dans ce pays de mines; mais à coup sûr sur elle n'est pas en usage. Voici comment on y supplée. Une lavée finie et l'eau arrêtée, le manœuvre jette dans la caisse, aux pieds du laveur, une corbeille que celui-ci remplit de sable au moyen du râble courbe *r* qui sert au lavage; le manœuvre enlève cette corbeille à deux mains, la décharge sur le bord de la caisse et la rejette vide aux pieds du laveur, qui la remplit de nouveau. Ainsi de suite jusqu'à ce que tout soit prêt pour un nouveau lavage. Il résulte de là qu'on n'emploie pas moins de quatre bras pour élever lentement du sable à une hauteur de 0^m,50 au plus et le déplacer de moins de 1^m,50 dans le sens horizontal.

L'usage de la pelle rendrait inutile le manœuvre qui, dans l'état actuel des choses, coûte plus que les laveurs; mais ce n'est pas tout : à défaut de pelle, le temps nécessaire à la vidange de la caisse se trouve presque doublé, et comme, dans un travail normal, ce temps est habituellement plus long que le temps du lavage, la disposition usitée fait perdre plus de 1/3 de l'effet utile qu'il serait possible d'obtenir de l'appareil. La dépense d'eau paraît comporter une économie bien plus importante; car cette dépense s'élève journellement à 100 fr. environ, et je ne peux pas croire qu'il ne soit pas possible de le réduire notablement, sans sortir de la simplicité d'appareils nécessaire à cette contrée. En effet, pour préparer par jour de 4.500 kilog. à 7.000 kilog. de sable enrichi, on doit élaborer tout au plus 10 mètres cubes de sable brut. Or avec des caisses et des bassins étanches, ces 10 mètres cubes de sable n'entraîneraient pas plus de 4 mètres cubes d'eau; il en resterait donc

11 pour la journée suivante : ce serait déjà une économie de plus de 80 fr. par jour, bien suffisante assurément pour payer en fort peu de temps, les quelques planches nécessaires à la construction des caisses et bassins. Une *vis d'Archimède* tournée à bras, ou mieux encore peut-être une *roue à tympan* mue au moyen d'une *roue à marches*, seraient également à la portée de la localité dont il s'agit.

Ces machines simples et d'un entretien facile jointes à des bassins étanches et à l'emploi d'outils convenables seraient peut-être capables de donner lieu à un lavage à la caisse allemande assez économique pour mettre en valeur une énorme quantité de sables plombeux qu'on délaisse actuellement dans la Sierra de Gador. J'estime que l'entretien journalier d'un atelier composé de deux caisses allemandes ne devrait plus coûter que la moitié environ de ce que coûtait l'appareil unique que j'ai observé ; s'il en était ainsi ; comme à 12 fr. les 100 kilog. de *polvos*, un produit de 500 kilog. par jour suffirait pour payer les frais de cet atelier, le succès de l'entreprise deviendrait admissible, et il est permis de croire qu'au lieu de faire les frais du transport des 4/5 des matières stériles jusqu'à la fonderie où le lavage est achevé, on trouverait avantage à terminer l'opération d'un trait.

Cet aperçu montre de quelle importance l'emploi indéfini des mêmes eaux, dans le lavage des minerais, pourrait être pour le midi de l'Espagne et, en général, pour les montagnes métallifères des régions arides (1).

(1) Au Mexique on lave couramment, pour en retirer des grenailles de plomb, certaines scories ou matières

Insuffisance du garbillage pour les sables fins.

Je reviendrai une autre fois sur ce sujet important; pour le moment, je me contenterai de faire remarquer que le garbillage doit être un procédé bien défectueux, par rapport aux sables fins, pour qu'à son défaut on ait pu traiter les résidus

---

imparfaitement fondues que l'on concasse au marteau, séparant ensuite à la claie les parties les plus tenaces qui restent plus grosses, pour ne laver que les parties les plus friables qui sont les plus riches. Le lavage se fait sur un plan incliné, en terre battue, au pied duquel est creusé un petit réservoir : la matière à laver est étendue par petites portions à la tête du plan incliné; le laveur y projette indéfiniment l'eau du réservoir à l'aide d'une sébille en bois, jusqu'à ce que le produit enrichi par l'élimination des parties les plus pauvres contienne environ 35 p. 0/0 de plomb. Ce produit prend alors le nom de *plomillo;* il est à l'état de sable fin dans lequel les grains de plomb les plus gros ont à peine le calibre de la tête d'une épingle. Cette opération est faite communément par les indigents, à qui la loi mexicaine accorde la jouissance des résidus des établissements métallurgiques abandonnés par les propriétaires. Une sébille, un marteau et une claie en branchages, forment tout l'outillage et le capital de cette industrie intéressante, qui ne laisse pas d'avoir son importance.

Au rapport d'un Français, M. Boullé, de qui je tiens ces détails, 1 homme au prix de 5 fr. par jour, assisté de 5 enfants au prix de 2f,50 chacun, préparent en 4 jours 2.760 kilog. de *plomillo*, soit par journée moyenne 115 kilog. d'une matière qui se vend 36 fr. les 100 kilog. Ces données permettent de croire que l'emploi des mêmes moyens peut être économiquement possible à un degré peu différent pour les résidus de garbillage de la Sierra de Gador, et qu'à plus forte raison des conditions de travail plus favorables à l'économie de la main-d'œuvre donner ient des résultats plus satisfaisants encore.

qui en proviennent par un procédé aussi dispendieux que celui dont il vient d'être question, procédé qui semble d'ailleurs ne pouvoir donner de résultat que pour la partie la moins fine des résidus sableux.

D'après les produits obtenus dans cet essai de lavage, je serais porté à croire que les résidus de garbillage qu'on passait à la caisse allemande tenaient au moins 4 à 5 p. o/o de galène, ce qui est considérable pour une matière aussi favorablement constituée par rapport au lavage. Il est plus d'une mine dont les minerais n'atteignent pas cette teneur.

Dans les régions métallifères d'Almazarron et de Carthagène, où le besoin d'un système de préparations mécaniques moins imparfait se fait sentir plus vivement encore que dans la Sierra de Gador, le garbillage est à peu peu près inusité, en raison sans doute de son insuffisance.

La majeure partie de la galène de *la formation calcaire* se trouve à l'état massif, associée, le plus souvent, par simple juxtaposition et sans grande adhérence, avec une gangue considérablement plus légère que le minerai, de sorte qu'on les sépare sans peine. Un simple triage suffit aux 3/4 de la besogne ; on ne ferait guère mieux, dans des localités pourvues de toutes les ressources désirables. Ce ne sont, à bien dire, que les résidus de ce triage, qui réclameraient une préparation délicate, pour rendre tout ce qu'ils peuvent contenir : or ces résidus sont d'une importance secondaire relativement à la production totale. Dans *la formation schisteuse* au contraire, la galène massive est rare, et c'est pour la totalité du minerai, que les meilleurs procédés connus ne seraient pas de

trop. Aussi, faute de posséder un système de préparation praticable avec avantage, dans ces régions arides, on laisse improductives des mines nombreuses, abondantes et de richesse passable, dont les anciens n'ont certainement pris que la fleur.

La préparation des minerais argentifères de Carthagène et d'Almazarron offre deux difficultés principales, qui ont pu faire renoncer au garbillage, après des essais infructueux et qui sont insurmontables peut-être pour toute préparation à sec, quelque soignée qu'on la suppose. Il faut nécessairement réduire la totalité du minerai à un état de division très-grand, pour rendre possible l'isolement de la galène, à laquelle la blende, la pyrite et les roches chloriteuses sont intimement unies; or le minerai une fois amené à cet état, deux obstacles s'opposent à la séparation : 1° la densité considérable d'une partie des matières à expulser; 2° la nature grasse de la gangue pierreuse, qui s'écrase sans se diviser et empâte les grains métalliques. Dans de pareilles circonstances, on comprend que le secours de l'eau peut lui-même laisser à désirer s'il n'est pas aidé par les soins les plus minutieux. C'est apparemment ce qui a empêché de donner suite à un essai de préparation à l'eau dont j'ai vu les vestiges dans la Sierra de Carthagène.

Essai de préparation à l'eau dans la Sierra de Carthagène.

L'atelier comprenait un petit bocard à sec de 6 flèches, pour la réduction du minerai à l'état de sable, et une sorte de table dormante, pour le lavage des minerais bocardés. L'eau nécessaire au lavage était apportée à dos de mulet. On avait renoncé à ce travail faute de pouvoir en obtenir un produit suffisamment enrichi. Le bocard n'avait rien de particulier, si ce n'est qu'il était ma-

nœuvré à bras à l'aide d'une manivelle. Ce joujou est le seul appareil mécanique de préparation que j'ai rencontré dans toute l'étendue de la région des mines du midi de l'Espagne. Je ne parle que de la région des mines, car, du reste, même en faisant abstraction d'un grand établissement dont il sera question bientôt, et qui a été spécialement fondé, sur la côte, pour la préparation des minerais de la Sierra de Carthagène, on voit, dans quelques fonderies, d'abord les cribles à secousse de la Garuccia dont il a déjà été question, et de plus quelques bocards dont la construction ne laisse pas que d'être recommandable et qu'il est à propos de faire connaître.

Bocards à sec.

Ces bocards établis pour la préparation des terres à coupelles, ont été construits en France : on les a substitués, avec grand avantage, m'a-t-on dit, aux meules en fonte conduites par des mules dont on avait fait usage d'abord. Cette substitution n'a été faite que dans les fonderies qui possèdent des machines à vapeur. Ce sont des bocards à sec. Ils présentent trois particularités qui les distinguent nettement, et à leur avantage, des bocards allemands usités à peu près partout.

1° Les cames pénètrent dans l'intérieur des flèches qu'elles saisissent ainsi sur la direction de la verticale passant par le centre de gravité de la charge à soulever (1).

(1) Cette disposition n'est pas nouvelle, d'Aubuisson en parle dans son Histoire des mines de Freyberg, t. I, p. 312 ; mais les flèches à mentonnet saillant sont bien plus usitées en Allemagne, en Angleterre et en France. J'ignore ce qui a empêché la propagation de l'autre système ; cette circonstance est la seule objection que je connaisse contre le système que j'appellerai espagnol.

2° Le point de saisie est situé très-près de la partie supérieure de la flèche.

3° L'arbre, en fer forgé, est assez élevé au-dessus des auges, pour en rendre l'accès complétement libre.

Les *fig.* 6, 7, 8 et 9 de la *Pl. I* peuvent donner l'idée de ces dispositions avantageuses. Les *fig.* 7 et 8 représentent deux sortes de cames toutes deux en fonte, l'une *mn* plus élégante appartient à la fonderie de Santa Lucia, près de Carthagène, l'autre *pq*, qui est pleine, a été prise à la fonderie de la Carmelita, entre Villaricos et Cuevas.

Ces cames sont fixées sur l'arbre A (*fig.* 7, 8 et 9) à l'aide de trois petites cales en fer, comme le montre le dessin : leur disposition est telle que les 4 flèches d'une même batterie ne sont soulevées que successivement dans leur ordre, de manière à ne battre chacune qu'un coup par tour d'arbre et à intervalles égaux.

Je ne pense pas que l'usage de cames en fonte soit à imiter pour un bocard que l'on voudrait affecter à la préparation de minerais métalliques destinés au lavage. Dans ce cas, le travail à sec serait préjudiciable; il produit, en quantité trop grande, des farines qui donnent lieu à des pertes inévitables dans la suite du travail. Or à ne pas travailler à sec, comme, d'une part, on n'a aucune raison d'assujettir le bocard à une petite vitesse, puisqu'on n'a plus rien à retirer de dessous les pilons pendant leur levée, et que, d'autre part, il importe d'obtenir d'un nombre de pilons donné le plus de produit possible, pour ne pas multiplier les flèches au delà du nécessaire, on a coutume de marcher à une vitesse voisine du maximum : cette disposition a, de plus, le mérite important

d'entretenir l'agitation la plus vive dans l'eau qui remplit les auges, mais elle expose les cames à recevoir accidentellement le choc des flèches; c'est pourquoi le fer forgé me semble préférable à la fonte. Cette condition ferait rejeter l'une et l'autre des deux formes *mn* et *pq*, et il y aurait lieu de croire qu'avec un arbre en fer, la construction la plus avantageuse, consisterait en une combinaison de la fonte et du fer, le fer, pour les cames proprement dites, la fonte pour des anneaux qui s'ajusteraient sur l'arbre et dans lesquels les cames seraient enchâssées, maintenues soit au moyen de coins en bois, à la manière des rails dans leurs coussinets, soit au moyen de boulons. La came pourrait d'ailleurs conserver sa faible épaisseur (2 ou 3 centimètres); en la forgeant on la mettrait sans peine sous une forme d'égale résistance et un épaulement de 8 à 10 millimètres ménagé du côté concave, à la naissance du tenon, achèverait de lui donner toute la solidité désirable, avec moins de matière encore et sans plus de dépense que n'en exige la came de Santa Lucia.

Les cames en fer du bocard de Malaga, dont il a été déjà question dans les Annales des mines (4e série, t. VIII, p. 599), ces cames rentrent dans le système mixte qui vient d'être indiqué; mais noyées à demeure dans la fonte, elles offrent une disposition qui ne serait pas à imiter, ce semble, loin d'une fonderie de moulage.

Forcé par la combinaison adoptée d'assurer les cames et l'anneau contre toute chance de rupture, le constructeur a dû faire les pièces d'un massif qui choque à la première vue.

Il est permis de croire que, sans compromettre la solidité du système, on pourrait alléger nota-

blement l'une et l'autre pièce, en rendant les cames indépendantes de l'anneau (1).

La *fig.* 6 représente une flèche du bocard de la Carmélita; cette flèche est en bois de sapin de 20 centimètres d'équarrissage : *st* est la mortaise de $1^{m},00$ à $1^{m},20$ de longueur, dans laquelle la came pénètre; cette mortaise traverse la flèche de part en part. On remarquera que la gorge *s* qui tient lieu du mentonnet des constructions ordinaires, est située à 35 centimètres seulement de l'extrémité supérieure de la flèche; il en résulte que le point de saisie laisse au-dessous de lui au delà des 9/10 du poids à soulever, disposition qui, jointe à la situation intérieure du mentonnet, doit être considérée comme éminemment favorable à l'économie de la force motrice et à la conservation des flèches et prisons. En effet, dans les constructions ordinaires le mentonnet habituellement placé vers le milieu de la flèche, ordinairement au-dessous de ce point, souvent même au tiers inférieur de la hauteur, se trouve ainsi fort rapproché du centre de gravité de la charge, et comme il se trouve en outre à une assez grande distance de la verticale passant par ce centre de gravité, il en résulte que, pendant leur levée, les flèches se pen-

(1) Un arbre en bois peut aussi porter des cames en fer par l'intermédiaire d'un anneau en fonte; mais l'assemblage n'offre plus ni la même facilité d'ajustage, ni la même fixité. Les anneaux prennent alors un développement considérable qui les rend plus fragiles; aussi, lorsqu'on est forcé de recourir à cette disposition, je crois qu'il convient de faire les anneaux en deux pièces, de manière à pouvoir changer chacun d'eux séparément sans être obligé de démonter tout un côté de l'arbre.

chent nécessairement d'un côté ou de l'autre et viennent frotter contre les prisons : flèches et prisons s'usent ainsi en donnant lieu à une perte de force considérable.

A la fonderie de Santa Lucia, les flèches plus longues de 30 centimètres que celles de la Carmelita n'ont que 13 à 14 centimètres d'équarrissage; la mortaise st n'en a pas moins de 30 à 32 millimètres de large, pour recevoir une came de 20 millimètres, tout comme à la Carmelita, et l'on a cru pareillement pouvoir faire l'économie d'une frette à la naissance de cette mortaise. Tous les bois ne se prêteraient peut-être pas à cette disposition sans se fendre, surtout si l'on avait à bocarder rapidement des matières dures.

Ce que les flèches de Santa Lucia ont de plus en longueur que celles de la Carmelita a été reporté à la partie supérieure, au-dessus de la mortaise.

De part et d'autre la section des flèches est la même que celle des pilons.

Je n'ai pas pu obtenir de données comparatives relativement à l'effet utile de ces deux flèches dont le calibre est si différent (:: 2 : 1). Mais comme il me semble qu'en général les flèches à grande section doivent être d'autant moins efficaces, toutes choses égales d'ailleurs, que les matières à bocarder sont à la fois plus tenaces et de calibre plus inégal; je croirais que si les grandes flèches méritent la préférence, ce ne peut être que dans le cas des matières friables, telles, par exemple, que la marne qu'on livrait aux bocards dont il s'agit. Encore, dans ce cas, l'établissement et le service d'une meule verticale seront-ils souvent plus avantageux, ce semble; il y a donc lieu de

s'étonner que les fonderies espagnoles aient abandonné les meules pour les pilons.

Je serais disposé à croire que l'amélioration qu'on assure avoir obtenue de cette substitution doit être attribuée au changement de moteur plutôt qu'au changement d'appareil broyeur.

Le seul avantage que les grosses flèches me paraissent capables d'avoir sur les petites tiendrait à un détail de construction ; il pourrait résider dans ce fait que la différence d'épaisseur peut être suffisante pour permettre de composer la grosse flèche de deux parties : un corps et une chemise ; celle-ci consisterait en *mises* chevillées sur le corps de la flèche, contre les faces verticales susceptibles d'usure. De cette manière on parviendrait, sans doute, à prolonger beaucoup la durée du bois le plus précieux, aux dépens de planchettes de faible valeur. Dans quelques régions de mines où le bois est rare, il pourrait résulter de cette disposition une économie suffisante pour la justifier.

Dans le bocard de la Carmelita, aussi bien que dans le bocard de Santa Lucia, les pilons en fonte ont une section égale à celle des flèches ; ils sont fixés contre elles au moyen d'oreilles boulonnées, comme on le voit sur les *fig.* 6, 10 et 12. Ces oreilles sont ajustées sur les faces verticales des flèches parallèles à l'axe de l'arbre, de sorte qu'elles n'empêchent pas de réduire à $0^m,02$ au plus le jeu qu'on laisse entre deux flèches consécutives. Ce jeu est maintenu à l'aide de boulons en fer qui relient les prisons : celles-ci sont au nombre de deux couples qui, correspondant chacun à l'une des extrémités de la mortaise *st*, se trouvent à $1^m,50$ l'un de l'autre. Les prisons inférieures servent de support aux flèches quand on veut les suspendre

au moyen d'une cheville en fer qu'on introduit dans le trou *u* (*fig.* 6).

Entre les flèches et les prisons, du côté opposé à l'arbre qui porte les cames, se trouvent des limandes de 0^{m},14 à 0^{m},15 de largeur, fixées verticalement, d'une prison à l'autre, de manière à recouvrir, de ce côté, chacun des intervalles qui séparent les flèches. Ce sont des guides qui ne laissent pas, dans ce sens, plus d'un centimètre de jeu; ils sont là probablement pour empêcher l'usure des prisons. Une doublure métallique adaptée à celles-ci produirait le même effet, sans grande dépense et en dégageant les flèches, ce qui permettrait de suivre le progrès de leur usure et même de s'y opposer en les graissant.

Les frottements sont habituellement si grands dans le travail des bocards ordinaires, que le graissage en augmente l'effet utile à vue d'œil. Il est donc bon de ne pas s'interdire l'usage de cette amélioration.

Les pilons de la Carmelita, qui n'ont que 0^{m},12 à 0^{m},14 d'épaisseur pèsent, m'a-t-on dit, 7 1/2 arobes l'un, ou 86 kilog. Ce poids, qui me semble douteux, d'après les dimensions que j'ai prises sur un pilon neuf, porterait à 160 kilog. environ le poids total d'une flèche. C'est peut-être beaucoup pour broyer de la marne. Toutefois il ne faut pas perdre de vue que la base des pilons de la Carmelita a une largeur de 4 décimètres carrés, ce qui est considérable. Par décimètre carré de surface battante la charge n'est à ce compte que de 40 kilog., et ce chiffre n'a plus rien d'exorbitant, car on pourrait citer des exemples de charge plus grande pour des flèches plus légères.

Chacun des deux bocards dont il est question

comprend 12 flèches, partagées en 3 batteries. Chaque flèche ne bat pas plus de 15 à 18 coups par minute, avec une levée de $0^m,40$. C'est par flèche et par minute une somme de levées égale à 7 mètres environ. Cette vitesse peut être considérée comme très-petite, car on pourrait, à la rigueur, aller jusqu'à la tripler, sans trop de danger pour les cames. Au delà les flèches n'auraient pas le temps de retomber sans heurter les cames.

Différents moyens d'assurer aux mentonnets une hauteur invariable et indépendante de l'usure des pilons.

v est un parallélipipède en laiton de $0^m,10$ d'épaisseur que la came rencontre lorsqu'elle soulève la flèche. J'imagine que l'épaisseur de cette pièce n'est aussi grande qu'en vue de suffire à une usure à peu près égale à celle du pilon, de manière à maintenir le point de saisie à un niveau constant, malgré l'abaissement successif de ce point de saisie, à mesure que la face battante s'use. Si cette condition est remplie, il serait difficile d'y satisfaire d'une manière plus simple, mais l'usure du pilon dépendant avant tout de la matière soumise au bocardage, il doit être malaisé de se procurer à volonté pour le mentonnet *v* des métaux capables d'une usure déterminée.

Peut-être pourrait-on, sans complication trop grande, s'assurer l'avantage que le constructeur avait en vue, en rattachant le mentonnet à un boulon qui serait logé dans l'extrémité supérieure de la flèche, suivant son axe : fileté à sa partie inférieure et maintenu par le haut en position invariable au moyen de la goupille *g* et de la coiffe *cc* (*fig.* 10), ou par tout autre moyen de solidité convenable, ce boulon permettrait de rappeler à volonté le mentonnet vers le haut. Il suffirait, pour cela, que le mentonnet fût façonné extérieurement en prisme rectangulaire capable de glisser

dans la mortaise αβ, et que son intérieur fût taraudé de manière à former un écrou de longueur convenable, dans lequel le boulon serait engagé, comme on le voit sur la *fig.* 10. Il importerait, d'ailleurs, de ne rien négliger pour assurer la rigidité du système, ce qui paraît praticable.

Des flèches en fer plat, à l'instar du bocard de Malaga, se prêteraient également à une disposition de ce genre. J'indiquerai entre autres l'application suivante : *e*, *f* (*fig.* 13 et 14), représentent les bandes de fer qui forment le corps de la flèche ; *gh* est l'écrou à la partie inférieure duquel est enchâssé à queue d'hironde le mentonnet *i* qu'on peut changer à volonté sans changer l'écrou. Le rappel de celui-ci a lieu, au besoin, au moyen de la vis *k* qu'on manœuvre à l'aide d'une clef à boulons. Les *fig.* 13 expliquent suffisamment le reste de la construction que je propose pour flèches en fer.

A vouloir faire usage de flèches en bois on gagnerait peut-être quelque chose, sous le rapport de la solidité, tout en développant les avantages que le système espagnol comporte, au moyen de la construction indiquée par les *fig.* 11 et 12.

L'écrou *z* serait toujours logé dans une mortaise qui traverserait la flèche de part en part, mais qui n'aurait que la hauteur et la largeur nécessaires pour le contenir. La mortaise de 1^{m},20 de longueur serait supprimée et le mentonnet serait reporté à l'extrémité supérieure de la flèche : celle-ci se terminerait par une béquille en fer T, dont l'extrémité inférieure serait vissée dans l'écrou, et dont l'extrémité supérieure porterait latéralement deux petits prismes rectangulaires en bronze *j*, *j*, qui feraient fonctions de mentonnets. Ces deux pièces indépendantes du boulon *ll* qui

les rattacherait à la tige T, pourraient être successivement déplacées de telle sorte qu'une face intacte se trouvant substituée à une face usée, le mentonnet serait capable de servir ainsi 4 fois avant d'être changé. Cette construction exigerait l'emploi de cames fourchues.

Pour relever les mentonnets à mesure que le pilon viendrait à s'user, on agirait à la main sur la tige T, de manière à retirer la vis de son écrou d'autant de demi-pas que ce serait nécessaire. Afin de donner au système toute la rigidité désirable, il conviendrait de revêtir d'une boîte en fer *w* le trou cylindrique creusé suivant l'axe de la flèche pour contenir la tige T.

Assemblage des pilons avec les flèches.

Pour ce qui est des pilons, il est douteux que des oreilles boulonnées soient le meilleur mode d'assemblage; sous l'influence des vibrations incessantes auxquelles les flèches sont soumises, les écrous peuvent se relâcher et s'échapper: c'est un inconvénient qu'il est facile d'éviter en faisant usage de pilons à queue pyramidale qu'on garnit de filasse et qu'on enfonce ainsi dans le corps de la flèche, à la façon d'un coin. Ce dernier mode de construction, qui se trouve indiqué dans la *fig.* 15, est employé même avec de la fonte blanche, notamment à Schemnitz (1) : seulement, dans ce cas, on est forcé de donner à la queue des dimensions telles que lorsqu'il faut rebuter un pilon en raison des progrès de son usure, il conserve encore plus de la moitié de son poids primitif, mais non plus la moitié de sa valeur; c'est une perte d'eau moins 7 à 8 fr. par pilon. Il est possible de réduire beaucoup cette perte en rendant la

(1) Annales des mines, 4e série, t. IV, p. 353.

queue indépendante du pilon proprement dit; de cette manière, les fontes blanches les plus dures peuvent être employées sans inconvénient, ce qui n'est pas possible au même degré pour des queues faisant corps avec les pilons.

Queues en fer indépendantes du sabot en fonte blanche.

Dans la disposition nouvelle que j'indique, la queue en fer forgé se termine en queue d'hironde, ou mieux en pyramide tronquée : une mortaise de forme semblable, mais plus large de 14 à 16 millimètres, est ménagée dans le sabot en fonte pour recevoir la queue, et au moyen de coins en bois serrés par de petits coins en fer, l'assemblage des deux pièces est d'une solidité remarquable. J'ai vu de ces pilons en fonte blanche durer six fois autant que les pilons en fonte grise auxquels je les ai substitués à Poullaouen et à Huelgoat. La queue peut servir indéfiniment, de sorte qu'au lieu de rebuter plus de la moitié des pilons, comme à Schemnitz, on n'a plus à en rebuter que le 1/5. Je crois donc pouvoir recommander cette construction aussi bien pour des soles en fonte que pour des soles en quartz : elle est éprouvée dans l'un et l'autre cas.

La disposition observée à Malaga, disposition qui consiste à couler le pilon sur les bandes de fer dont la flèche est formée, cette disposition rentre dans celle que je propose, mais elle n'est praticable que dans une usine pourvue d'un atelier de moulage; elle a de plus un défaut essentiel, c'est que coulée sur du fer, la fonte blanche, surtout, est exposée soit à ne pas adhérer solidement, soit à recéler des soufflures dont la présence peut donner lieu à une usure inégale, et, par suite, à un travail défectueux.

Les queues indépendantes des pilons peuvent

également s'adapter aux flèches en bois et aux flèches en fer. Dans le cas de flèche en fer, ce qu'il y a de plus simple est de terminer la flèche elle-même en queue, pour l'assembler directement sur le pilon, comme on le voit sur les *fig.* 13.

Mérite des bocards espagnols comparés avec les constructions ordinaires.

Toutes les dispositions caractéristiques des bocards espagnols sont éminemment favorables à l'économie de la force motrice; elles assurent mieux la durée des différentes parties de l'appareil que les constructions ordinaires, et de ces deux avantages, il peut résulter une augmentation d'effet utile considérable.

Dans les constructions ordinaires le métal manque habituellement, soit dans la came, soit dans le mentonnet, quelquefois dans les deux; il en résulte une prompte détérioration des surfaces frottantes, qui perdent bientôt la forme convenable, et comme le mentonnet se trouve en dehors de la verticale passant par le centre de gravité de pilon, cette déformation donne lieu à des soulèvements obliques qui engendrent des frottements énormes contre les prisons et exigent un grand élargissement des auges.

En outre, l'usure du mentonnet, dont la première conséquence est une perte notable de force motrice absorbée en frottements, cette usure donne lieu à une levée moindre, ce qui réduit encore l'effet utile de la machine.

Les cames métalliques elles-mêmes ne sont pas irréprochables dans les constructions anciennes.

Elles ont habituellement une largeur 6 ou 8 fois aussi grande que celle des cames espagnoles; or il arrive souvent, par suite de différentes causes, qu'elles s'usent inégalement, et dans ce cas, 2 ou 3 millimètres d'usure de plus

d'un côté que de l'autre se traduiraient aux extrémités de la flèche (qui est presque toujours plus longue que celles que j'ai décrites) en une déviation de 15 à 20 fois plus grande, si les prisons n'étaient pas là pour maintenir la position verticale. Mais ce maintien n'a lieu qu'aux dépens de la force motrice, qui se trouve ainsi surchargée d'un frottement auquel des cames étroites exposent bien moins.

Une autre cause de perte de force, moins importante d'ailleurs, réside, pour les constructions ordinaires, dans l'inutile pesanteur des arbres en bois, que l'on a coutume de faire extrêmement massifs, afin de faciliter l'insertion solide de 3 ou 4 cames sur un même cercle, et pour éviter de donner à celle-ci une trop grande portée. Ce poids des arbres est souvent, à lui seul, de plus de 200 kilog. par flèche, en y comprenant les cames, les frettes et les tourillons. Dans les bocards espagnols de même puissance, le poids de l'arbre est 5 fois moindre. Il est vrai que les arbres de ces bocards ne portant qu'une came par flèche, ils ne sauraient produire le même effet qu'à la condition d'être animés d'une vitesse plus grande dans le rapport inverse des cames, ce qui pourrait faire compensation; mais la construction espagnole n'exige nullement l'emploi d'une came unique par flèche, et j'estime qu'en ajoutant 3 cames en fer sur une même bague en fonte, conformément au mode de construction qui a été indiqué ci-dessus, l'arbre en fer se trouverait encore plus léger que l'arbre en bois dans le rapport de 1 à 3 au moins.

Enfin, les bocards espagnols présentent une autre particularité qui mérite d'être signalée, c'est

l'étroitesse qu'il est possible de donner aux auges dans lesquelles se fait la trituration des matières. Dans les constructions ordinaires, la surface de l'auge est de 3 ou 4 fois aussi grande que la somme des bases des pilons qu'elle reçoit ; cette surface peut être moitié moindre dans un bocard construit à l'espagnole, et il semble possible de tirer parti de cette différence. En effet, la largeur de l'auge laissant aux matières la liberté de glisser les unes sur les autres sous le choc des pilons, elles se soustraient en partie à ce choc, et le broyage est d'autant plus incomplet que les matières sont introduites plus abondamment à la fois. Dans tout genre de bocard, il est possible de régler le chargement de manière à n'introduire sous les pilons, à chaque coup, que des matières de calibre uniforme et en quantité telle que le niveau de ces matières dans l'auge ne dépasse jamais une certaine limite. On n'accorde généralement pas à ces soins toute l'importance que je leur attribue. Mais ce n'est pas la construction du bocard qui s'y oppose : il en est tout autrement pour ce qui est de la largeur de l'auge; ce n'est guère que dans le système espagnol qu'il est possible de réduire cette largeur à ce qui est strictement nécessaire pour recevoir les pilons. Mais si l'on se contentait de rapprocher les parois de l'auge en conservant leur verticalité ordinaire, l'introduction des matières et l'évacuation du sable auraient probablement plus à souffrir de cette modification que le broyage n'y gagnerait. Il conviendrait donc de ne rétrécir que la partie de l'auge qui est habituellement remplie de matières; c'est seulement la partie supérieure de chacun des deux grands côtés qui devrait être rabattue en un plan incliné

dont la pente serait dirigée vers les pilons, et dont la longueur et la hauteur seraient déterminées par expérience, de manière à ne laisser sortir que des sables de grosseur convenable.

La *fig.* 15 de la *Pl. I* donne une idée de la disposition que j'indique comme pouvant offrir quelques avantages dans certains cas, dans le cas, je suppose, de matières friables qu'il importerait de ne pas broyer trop fin.

Au moyen de la disposition proposée, on parviendrait vraisemblablement à pouvoir se passer de grilles dans tous les cas, et ce serait à mon sens un progrès bien important; car l'utilité des grilles, surtout quand elles sont à tissu serré, me paraît être complétement illusoire. Elles ne servent qu'à opérer continûment et sans main d'œuvre le criblage des sables expulsés de l'auge; mais ce criblage s'exécute ainsi dans les conditions les plus défavorables qu'on puisse imaginer : rien ne serait plus aisé que de le remplacer par un criblage mécanique, qui ne coûterait pas plus et serait infiniment supérieur sous tous les rapports. On y gagnerait de réduire considérablement les obstacles de tous genres qui, dans les bocards ordinaires, s'opposent à la sortie des sables et doivent augmenter démesurément la production des schlamms, produit inévitable sans doute, mais dont il importe beaucoup de réduire la quantité autant que possible, puisque les seules difficultés sérieuses que la préparation mécanique des minerais présente sont dues aux schlamms.

Les Espagnols travaillant à sec, n'ont pas à se préoccuper de ce qui vient d'être dit sur la disposition des auges; je n'ai présenté l'aperçu qui précède sur les principaux éléments à considérer dans

l'emploi des bocards, qu'en vue de montrer combien l'usage de ces appareils comporte de causes de mauvais travail. Aussi partout où la nature du minerai permettra de recourir aux cylindres broyeurs, partout où l'on aura la faculté de se procurer à volonté, et de qualité convenable, les pièces métalliques nécessaires, il doit y avoir de grands avantages à attendre de l'emploi de cette machine ingénieuse. Malheureusement on n'est pas encore bien renseigné sur la nature des minerais auxquels ce procédé de broyage peut convenir; il paraît en outre que la nature de la fonte à employer pour la confection des cylindres n'est pas indifférente à l'économie, et même à la possibilité de l'opération. Ainsi, M. de Hennezel dit à ce sujet : « Trop durs, les cylindres ne mordent » pas ; tendres, ils s'usent en quelques jours. Il a » fallu d'assez longs tâtonnements avant que l'on » parvînt à leur donner le degré de dureté le plus » convenable pour les minerais du Hartz (1). »

Cylindres broyeurs.

Les minerais du Hartz ont pour gangues dominantes des matières tendres, telles que schiste argileux, chaux carbonatée, baryte sulfatée, etc. Que serait-ce donc avec des gangues plus dures? Il importerait d'avoir des exemples précis et concluants propres à fixer les idées à cet égard. Jusque-là les difficultés signalées par M. de Hennezel sont bien suffisantes pour justifier l'hésitation des exploitants à essayer les cylindres broyeurs, surtout dans les contrées privées des ressources de l'industrie. En effet, toutes ces incertitudes se traduisent en apprentissages à faire, apprentissages qui peuvent devenir ruineux partout, et à plus

(1) Annales des mines, 4e série, t. IV, p. 353.

forte raison quand on n'a pas sous la main tous les moyens désirables de pourvoir sans retard aux modifications dont l'expérience fait sentir la nécessité, et faute desquelles on peut être forcé de s'arrêter sans avoir rien produit.

L'effet des bocards est généralement plus assuré. Néanmoins ce sont des cylindres broyeurs qu'on a employés tout d'abord et avec raison dans l'atelier de préparations mécaniques d'Escombrera, dont il a déjà été question. Le peu de dureté du minerai, l'état d'éparpillement de la galène contenue, qui exigeait une grande division, tout en rendant la production de schlamms plus redoutable qu'en aucune autre circonstance, en raison de la consistance grasse de la gangue stéatiteuse, la nécessité de broyer une immense quantité de matière, toutes ces circonstances rendaient les cylindres broyeurs de beaucoup préférables aux bocards.

Atelier de préparation mécanique d'Escombrera.

L'établissement d'Escombrera est situé près de Carthagène, sur le bord de la Mar-menor, à l'extrémité orientale de la petite chaîne métallifère dont il a été question dans la première partie de ces notes. Cet établissement, spécialement fondé pour la préparation mécanique des minerais de plomb argentifère du pays, est dirigé par M. Robert Brunton, fils de William Brunton, inventeur d'un nouveau procédé de préparation mécanique que je ferai connaître bientôt.

L'atelier se compose simplement d'une paire de cylindres broyeurs et de l'appareil de lavage inventé par M. Brunton.

Le tout reçoit son mouvement d'une machine à vapeur de 35 chevaux qui va puiser, dans la baie d'Escombrera, les eaux nécessaires aux chaudières

et à l'appareil Brunton. Un attirail en bois d'une soixantaine de mètres de longueur, incliné de 20 à 30° sur l'horizon, transmet le mouvement de la machine aux pompes alimentaires.

M. Mark, consul d'Angleterre à Malaga, qui a engagé des capitaux importants dans cette entreprise, m'a introduit dans l'atelier avec la plus grande obligeance; mais je n'ai pas pu voir le nouvel appareil de lavage que l'on tenait secret.

La machine à vapeur est à détente et à deux cylindres. MM. Mark et Brunton m'ont assuré que tous les joints de cette machine étaient formés par simple juxtaposition des pièces métalliques, retenues au moyen de boulons, sans interposition d'aucune substance étrangère. Cette perfection d'ajustage a considérablement facilité la pose de la machine. Les cylindres broyeurs, solidement enchâssés dans des cages en fonte et commandés par des engrenages, ont $0^{m},40$ de diamètre et $0^{m},50$ de table; ils sont unis. On a renoncé aux cylindres cannelés employés d'abord pour le dégrossissage; ces cylindres donnaient des produits de grosseur trop inégale; on a trouvé avantage à leur substituer le cassage à la main.

Cylindres broyeurs unis.

On commence donc par réduire ainsi le minerai en fragments de grosseur un peu moindre que celle des pierres destinées à l'entretien des grandes routes en France, et c'est cette pierraille qu'on livre aux cylindres unis pour la transformer en sable de 1 à 2 millimètres de côté.

Manchons de sûreté.

L'arbre horizontal qui transmet le mouvement de la machine aux cylindres a 5 ou 6 mètres de longueur; il porte 2 ou 3 manchons d'assemblage en fonte, disposés pour rompre dans les cas de résistance extraordinaire.

Comptant sur la rupture de ces pièces de sûreté, on a renoncé aux leviers ou ressorts usités dans les constructions anciennes.

Suivant M. Brunton, la faculté de se déplacer, qui est laissée à l'un des cylindres, dans ces dispositions, ne protége l'appareil contre des cas accidentels et généralement rares, qu'en donnant lieu d'une manière permanente à l'irrégularité du sable produit. Si ce défaut est réel, il est assurément fort grand, et le minerai de Carthagène est assez tendre et homogène pour qu'on ait eu raison de chercher à se soustraire aux inconvénients qui peuvent résulter des variations de position de l'un des cylindres. Mais j'ignore si, pour des minerais de ténacité variable et mêlés de parties très-dures, il serait facile de couler à coup sûr des manchons en fonte capables d'une résistance donnée, avec assez de précision pour qu'ils rompissent à temps convenable, sans donner lieu à des arrêts trop fréquents. Il semble que, dans des cas pareils, on ne doit pouvoir s'assurer l'avantage d'une marche régulière qu'au prix d'un déploiement de forces de beaucoup supérieur à ce qu'exige le broyage de la masse du minerai. Moyennant ce sacrifice, il est possible que l'usage des manchons de sûreté convienne dans tous les cas. L'écartement des cylindres est invariable.

A l'aide des variations de vitesse de l'appareil on ferait face aux variations de résistance. Peut-être est-ce en vue d'un système de travail basé sur ce principe qu'on s'est donné une force de 35 chevaux, force qu'il y aurait lieu, sans cela, de regarder comme exagérée pour un essai.

Les deux cylindres sont animés d'une même vitesse de 80 tours par minute; mais on croit avoir à se plaindre de cette disposition. Le minerai de

Carthagène, à gangue stéatiteuse, est assez *gras* pour se laminer parfois et sortir en petites masses aplaties qui, bien que composées de grains séparables, conservent une certaine cohésion. On espère remédier à cet inconvénient en donnant une vitesse différente à chacun des cylindres. Il n'est pas impossible, en effet, qu'on parvienne ainsi à mieux désagréger la matière : néanmoins, loin de regarder comme assuré le succès de la disposition projetée, je ne sais pas jusqu'à quel point on peut répondre que, dans le cas de vitesse trop inégale, la pierraille ne glissera pas sur le cylindre le plus lent plutôt que de passer entre les deux. J'ai vu un effet de ce genre se produire dans un appareil à petite vitesse, pour de la litharge il est vrai, matière bien autrement onctueuse que les minerais de la Sierra de Carthagène.

Projet de vitesse inégale à donner aux deux cylindres.

Distributeur.

Les cylindres broyeurs d'Escombrera sont alimentés par un distributeur qui peut trouver son application dans plus d'un cas. Ce distributeur se compose d'une trémie sans fond, capable de contenir un hectolitre environ de pierrailles, et d'une forte toile sans fin, tendue sur deux rouleaux parallèles qui lui impriment une vitesse convenable empruntée à la machine à vapeur.

Une distance de 5 à 6 mètres sépare les deux rouleaux extrêmes. La trémie est établie au-dessus de la toile près du rouleau le plus éloigné des cylindres ; son fond s'ouvre librement sur le tissu dont il est séparé par un intervalle de quelques centimètres, écartement qu'on fait varier à volonté et d'où dépend la quantité de matière écoulée pour une vitesse donnée. A son extrémité opposée, la toile aboutit à un plan vertical qui passerait entre les deux cylindres. Une autre trémie sans fond,

plus petite que la première, est probablement disposée entre les cylindres et l'extrémité de la toile sans fin, pour recevoir et diriger les matières qu'elle amène. On comprend qu'en faisant varier la distance du fond de la trémie principale à la toile mobile, on fait varier l'étendue du passage ouvert au dépôt de pierrailles et qu'il est facile ainsi de régler l'alimentation des cylindres, au besoin de leur débit, en ne leur présentant jamais à la fois que la quantité qu'ils peuvent broyer le plus avantageusement. On voit en outre que le mouvement de la toile étant emprunté au moteur des cylindres, la distribution se ralentit ou s'accélère en raison de l'activité du broyage.

Les trémies directement établies au-dessus des cylindres, à la manière ordinaire, n'offrent pas les mêmes facilités que le distributeur d'Escombrera. Outre qu'elles laissent l'accès de l'appareil broyeur moins libre, elles sont sujettes à deux inconvénients principaux : ou bien elles sont établies à une hauteur assez grande au-dessus des cylindres pour en être indépendantes, et alors elles distribuent inégalement la matière, leur débit se trouvant assujetti non-seulement au défaut d'activité ou de régularité de l'ouvrier chargé de l'entretenir, mais encore à l'arrangement spontané des morceaux qui peuvent former voûte et rester suspendus pour s'ébouler ensuite en masse; ou bien elles s'ouvrent directement sur les cylindres qui ont à porter constamment la masse des matières, et alors celles-ci, privées de la liberté de prendre, morceau par morceau, la position la plus favorable à leur insertion entre les cylindres, passent difficilement, ce qui donne doublement lieu à un mauvais emploi de la force motrice. Le distributeur d'Escombrera n'a aucun de ces inconvénients. Avantages du distributeur d'Escombrera.

J'ai été surpris d'abord de la grande longueur de la toile sans fin et je me suis laissé dire qu'elle avait été commandée par la configuration de l'atelier. Depuis, j'ai eu lieu de penser qu'une autre raison plus générale pouvait rendre cette disposition convenable dans tous les cas. Il me semble que, toutes choses égales d'ailleurs, la facilité du jeu de l'appareil doit être en rapport avec la longueur de la toile. On comprend, en effet, que si les rouleaux extrêmes venaient à n'être point parfaitement parallèles, ou si, par différentes causes, la toile venait à se tendre plus d'un côté que de l'autre, cette tension inégale donnerait lieu à une résistance d'autant plus grande que le tissu serait moins élastique; or, pour un même tissu, l'élasticité absolue est incontestablement proportionnelle à sa longueur; si cette élasticité n'est pas suffisante pour se prêter aux inégalités possibles de tension, la toile est exposée à goder, ce qui peut troubler la régularité de la distribution et finir même soit par arrêter la marche de l'appareil, soit par rompre et déchirer la toile. C'est ainsi que je me rendrais compte de la convenance de donner une certaine longueur à la toile distributrice. Dans certains cas, cette convenance peut être une sujétion embarrassante. Il faut remarquer, d'ailleurs, que la raison que j'invoque n'est applicable qu'à un tissu élastique et que l'emploi d'un tissu pareil n'est pas absolument indispensable. Sans doute, une surface rigide ne serait pas aussi favorable au jeu du distributeur que cette toile capable de céder au besoin sous les matières qui s'échappent de la trémie, lorsque, par leur arrangement, elles ne se présentent pas convenablement à l'issue qui leur est

ménagée; mais cet avantage n'appartient pas exclusivement au système que je viens de décrire. Peut-être n'est-il pas impossible de le conserver, en se soustrayant aux embarras d'une longue toile sans fin. Pour obtenir ces avantages j'essayerais de substituer à la toile qui exige l'emploi de plusieurs rouleaux (deux pour la mener, plusieurs autres pour la soutenir) un tambour cylindrique de diamètre convenable. L'enveloppe de ce tambour remplacerait la toile sans fin, elle formerait le fond mobile de la trémie. Pour empêcher les matières de se répandre également des deux côtés de l'axe du tambour, il suffirait de clouer sur la face du bec de la trémie opposée aux cylindres broyeurs, une bande de toile, de cuir ou de tôle mince qui pendrait librement sur le tambour: dans son mouvement, celui-ci entraînerait le bas de la bande flexible vers les cylindres et fermerait ainsi le passage aux matières du côté où elles ne doivent pas tomber. L'enveloppe du tambour pourrait être, à volonté, en toile, en bois ou en métal. Une variante de cette modification est figurée dans la *fig.* 15. C'est particulièrement en vue des minerais qui ne sont pas secs comme le sont ceux de Carthagène qu'il me semblerait utile de pouvoir se passer de la toile sans fin, car, avec des matières mouillées, le distributeur d'Escombrera pourrait donner lieu à quelques difficultés, et surtout à des frais d'entretien assez considérables. Qu'on les modifie ou qu'on les adopte tels quels, des appareils de ce genre sont à recommander, et il serait à désirer qu'on parvînt à en faire l'application aux bocards. Facile pour des bocards à sec, cette application est un peu plus embarrassante pour des bocards à eau; je la crois pourtant

Modification proposée pour un distributeur continu.

praticable, surtout en recourant à la modification que je viens d'indiquer.

Autre modification proposée pour un distributeur intermittent propre aux bocards.

Cette modification pourrait avoir cela d'avantageux pour les bocards en général, que la construction proposée permettrait, plus facilement que la toile sans fin d'Escombrera, d'établir à la surface cylindrique du tambour, et en face de chacune des flèches une série de vides et de pleins disposés de telle sorte que chaque portion d'auge ne reçût sa charge que pendant le soulèvement de la flèche correspondante. Il semble, en effet, que si l'on pouvait arriver à faire que la trémie ne versât la pierraille qu'elle contient que dans des vides ménagés à la surface du tambour, à intervalles convenables, on parviendrait ainsi, sans peine, à régler à volonté le moment de la projection des matières sous les pilons. De plus, il est permis de croire qu'en garnissant de tôle les pleins laissés à la surface du tambour, aux points correspondants aux intervalles pendant lesquels on ne veut rien jeter dans l'auge, la pierraille contenue dans la trémie sans fond glisserait sur cette surface métallique, sans trop de résistance. C'est là d'ailleurs qu'est le côté faible du projet; si cette difficulté pouvait être surmontée simplement, les conditions à exiger d'un distributeur propre au travail intermittent du bocardage se trouveraient satisfaites (1).

---

(1) Les distributeurs à secousses connus sous les noms de *rolles* (rolle saxonne, rolle hongroise) sont d'une construction parfaitement simple, mais leur débit est bien inégal. A ma connaissance ces appareils sont fort peu usités; ce défaut d'usage d'une disposition simple et extrêmement ancienne semble accuser son insuffisance.

Pouvoir producteur des cylindres broyeurs.

Je n'ai pas pu obtenir de données numériques sur la faculté productrice des cylindres broyeurs d'Escombrera. M. Mark m'assurait que la seule question qui embarrassât M. Brunton était de savoir si les exploitants pourraient lui fournir assez de minerais pour alimenter son établissement. C'est beaucoup dire, car, on l'a vu, le pays est riche en galène argentifère, la passion des mines y est des plus développées, et l'on n'attend que le succès de l'entreprise d'Escombrera pour reprendre l'exploitation de la Sierra de Carthagène avec cette activité incomparable dont les mineurs espagnols ont donné tant de preuves.

J'ai cherché à me rendre compte de ce qu'il pourrait y avoir de fondé dans l'assertion de M. Mark et il me semble que s'il ne s'agissait que de broyer le minerai, cette assertion pourrait bien n'être pas aussi exagérée qu'elle le paraît.

Le maximum du produit qu'il est possible de faire rendre à des cylindres broyeurs est représenté en volume par une feuille continue de matière qui aurait pour longueur la vitesse des cylindres à la circonférence, pour épaisseur leur écartement, et pour largeur la longueur de table. Or en admettant, pour un calcul de ce genre, la vitesse de 80 tours qui m'a été donnée, l'écartement minimum de 2 millimètres que j'ai cru observer et une longueur de table utilisée égale à $0^{m},40$, je trouve que l'unique paire de cylindres d'Escombrera serait capable de débiter, par minute, jusqu'à 80 décimètres cubes de minerai massif : par heure ce serait $4^{m.cub.},800$ en volume, et en poids de 14.000 à 20.000 kilog. Qu'on suppose 20 heures de travail effectif par jour, et 250 journées d'un travail pareil dans l'année

(allure qui n'a rien d'exagéré), et l'on arrive à un produit annuel de 70.000 à 100.000 tonneaux de minerai brut réduit en sable propre au lavage.

Le résultat de notre calcul est un maximum; il peut avoir à subir des réductions pour trois causes principales : soit parce que la matière peut marcher moins vite que les cylindres, ce qui ferait éprouver à la feuille que nous considérons des arrachements, des solutions de continuité; soit parce que les pierrailles livrées aux cylindres peuvent se trouver disposées de manière à ne pas remplir toute la longueur de table; soit enfin parce que des grains allongés peuvent passer avec l'épaisseur voulue, bien qu'impropres au travail subséquent, ce qui oblige à les repasser après les avoir éliminés par criblage. Il y a donc lieu d'appliquer aux résultats du calcul un coefficient déterminé par expérience. On ne possède pas de données capables de guider pour l'adoption de ce coefficient; mais il est à remarquer que, dans le cas particulier dont il s'agit, la bonne disposition du distributeur, la petitesse et l'uniformité de calibre des fragments de minerai soumis au broyage et jusqu'à la mollesse de la gangue sont autant de circonstances qui, toutes, doivent avoir pour effet de rapprocher le résultat réel du résultat théorique. Par suite de ces considérations, et d'après ce que j'ai vu du travail des cylindres broyeurs d'Escombrera, je me croirais en droit d'admettre qu'ils sont capables de débiter les 2/3 au moins du maximum trouvé ci-dessus, soit de 50.000 à 70.000 tonneaux par an, ou de 10 à 14 tonneaux par heure.

Un débit pareil ne serait pas sans exemple, puisque MM. Coste et Perdonnet ont vu, dans le

Yorkshire, des cylindres broyeurs qui passaient pour écraser une tonne de minerai de plomb en 4 ou 5 minutes (1).

Eh bien! 50.000 à 70.000 tonneaux de minerai broyé correspondent au moins à 60.000 ou 90.000 tonneaux de minerai transporté à l'établissement de préparation mécanique, et à 70.000 ou 100.000 tonneaux extraits des mines. C'est de quoi occuper une population d'un millier de mineurs (voir t. X de la 4e série des Annales des mines, p. 275). Il faudrait en outre plus de 1.500 ânes pour opérer le transport de cette quantité de minerai, même en supposant que les 10 kilomètres de la Sierra de Carthagène les plus rapprochés d'Escombrera fussent seuls mis à contribution pour alimenter l'établissement de M. Brunton.

A la porte d'une ville importante et dans une chaîne métallifère de 20 kilomètres de longueur; ce mouvement industriel n'aurait rien d'impraticable pour les Espagnols, qui ont su faire mieux et dès la première année pour les 15 hectares qui comprennent toutes les exploitations productives de la sierra Almagrera.

On voit néanmoins que, relativement au broyage, l'assertion de M. Mark était soutenable.

Pouvoir producteur des appareils de broyage usités dans les préparations mécaniques.

Si l'on reporte entièrement sur les 35 chevaux de force nominale de la machine à vapeur d'Escombrera, les 10 à 14 tonneaux de minerai broyé par heure que nous avons admis, on a, par cheval et par heure, de 300 à 400 kilog., chiffre bien faible assurément quand on considère que, dans le cassage à la masse plate, on obtient, à Poullaouen, par force de cheval et par heure, en

(1) Annales des mines, 2e série, 1re livr. de 1830.

sable passant par crible de 4 1/2 millimètres de côté :

2.600 kilog. environ pour galène en morceaux de la grosseur d'une noix pesant 3.500 kilog. au mètre cube;

Et 1.450 kilog. pour galène plus mélangée de gangue quartzeuse et ne pesant, en conséquence, que 2.400 kilog. au mètre cube.

Et en sable passant par crible de 2 1/4 millim. :

1.850 kilog. pour la première sorte de galène;

Et 1.000 kilog. pour la seconde (1).

---

(1) Les casseurs de Poullaouen font usage de masses plates pesant 6 kilog. 1/2; ils les élèvent à une hauteur moyenne de $0^m,40$ environ, et les laissent retomber sur le minerai étendu sur des plaques en fonte. Il y a 52 levées par minute, et le travail effectif dure de 8 à 9 heures par jour. C'est donc un travail journalier de 64.000 à 73.000 kilogrammètres, soit au plus l'effet d'un cheval-vapeur employé pendant 1/4 d'heure et cela pour produire en 45 heures 1 mètre cube de galène presque pure pesant 3.500 kilog., ou en 56 heures 1 mètre cube de galène impure pesant 2.400 kilog., le tout passé par crible de 4 millim. 1/2 de côté. Avec un crible de 2 millim. 1/4, les produits éprouvent une diminution de 1/3.

Dans ce compte, la durée du criblage ne figure pas; elle est de 3 heures 25 minutes par mètre cube pour crible à mailles de 4 millim. 1/2 de côté, et de 6 heures par mètre cube pour crible à mailles de 2 millim. 1/4 de côté. Ces nombres se rapportent au sable passé à travers le crible, et il s'agit d'une matière qui laissait sur le crible de 4 millim. 1/2, 3,54 p. 0/0 de grenaille, et 22,25 p. 0/0 sur le crible de 2 millim. 1/4. D'autres observations ont montré que, pour un même crible, le temps du criblage croît en raison de la quantité de grenaille qui reste définitivement sur le crible : pour un accroissement de 1 p. 0/0

Toutefois l'on considère que la force de 35 chevaux disponible dans l'atelier d'Escombrera n'est pas exclusivement affectée au broyage et que cette force nominale de la machine ne doit pas d'ailleurs correspondre à une force, beaucoup plus que sous-double, effectivement développée contre le minerai, on trouve que l'effet utile du cassage à la main de la galène pesant 2.400 kilog. au mètre cube peut n'être pas de beaucoup supérieur à l'effet utile des cylindres broyeurs d'Escombrera.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher des différents résultats qui viennent être rapportés quelques chiffres relatifs au bocardage.

Le plus haut produit que je connaisse est celui que d'Aubuisson indique comme résultat d'une expérience faite à la mine de Junge-Hohe-Birke à Freiberg. On a bocardé 4.000 kilog. de minerai en 24 heures avec une batterie de 3 pilons consommant au plus 1,32 cheval pour le moteur et l'appareil broyeur : soit, par cheval et par heure, 130 kilog. (1).

---

dans la quantité de grenaille, j'ai trouvé un accroissement de 3 1/2 p. 0/0 dans le temps nécessaire.

Il s'agit de matières à peu près sèches; 3 ou 4 p. 0/0 d'humidité suffisent pour doubler le temps du criblage. Cependant le criblage à l'eau, opéré par oscillations verticales, est plus rapide de 1/4 environ que le criblage à sec opéré par mouvements de va-et-vient horizontaux, tous deux à main d'homme; mais, à l'eau, la grenaille qui refuse de passer à travers le crible en tissu métallique se trouve en proportion plus forte. Il paraît que le mouvement de va-et-vient du criblage à sec redresse les gros grains allongés, de manière à les faire passer par le bout, ce que les oscillations verticales du criblage à l'eau ne peuvent pas faire au même degré.

(1) Voir Mines de Freiberg, t. I, p. 344 pour l'ex-

Communément, des minerais de dureté moyenne livrés à un bocard à eau ordinaire, avec sole en fonte et grille unique, ne rendent guère que la moitié de ce produit en sable de 2 millimètres de côté au plus. Je crois donc qu'on peut adopter les chiffres 50 et 150 kilog. par cheval et par heure comme limites de l'effet utile à attendre des bocards ordinaires. Si l'on fait abstraction de la force consommée par le moteur lui-même, ces limites s'élèveront au plus à 75 et 225 kilog.

Il serait intéressant d'avoir des limites analogues pour les matières traitées aux cylindres broyeurs.

D'après quelques données incomplètes relatives au broyage des minerais du Cornwall, il y a lieu de penser que la limite inférieure propre aux cylindres broyeurs peut descendre au-dessous de la limite supérieure propre au bocardage (1). Pour

---

périence citée, et p. 313 pour l'estimation de la force dépensée.

(1) Voir Annales des mines, 2e série, t. VI, p. 14. 208 kilog. de minerai de cuivre riche broyé par force de cheval et par heure, avec une vitesse de 15 tours par minute. Cette vitesse se réduit à 10 tours pour les minerais pauvres, dont elle écrase *une moindre quantité dans le même temps*, sans dépenser moins de force sans doute. Si la quantité de minerai broyé variait comme la vitesse, on n'aurait que 140 kilog. par force de cheval et par heure pour le minerai pauvre. Il est possible que le chiffre réel soit moindre encore, car le minerai riche dont il est question passe au travers de trous ronds de 0m,009 de diamètre, tandis que c'est au travers de trous de 0m,006 qu'on fait passer le pauvre.

Le chiffre de 140 kilog. doit donc être considéré comme un maximum, avec d'autant plus de raison que les résultats auxquels nous comparons ce chiffre s'appliquent à des

ce qui est de la limite supérieure, si le choc du cassage à la main pouvait être comparé à la pression du broyage aux cylindres, les résultats que nous avons rapportés ci-dessus autoriseraient à croire qu'elle peut atteindre 3.000 kilog. Il s'ensuivrait que ces limites sont beaucoup plus étendues pour le broyage aux cylindres que pour le bocardage. Ce doit être ainsi effectivement, pour deux raisons :

1° D'une part, la convenance d'éviter la production des schlamms, convenance d'autant plus impérieuse que le minerai est plus riche; de l'autre, la dureté et la ténacité des matières métalliques généralement moindres que celles des matières pierreuses : ces deux circonstances assignent aux cylindres broyeurs la préparation des minerais les plus lourds, ce qui doit tendre à élever la limite supérieure propre à ce mode de trituration.

2° En outre, la limite supérieure propre au bocardage se trouve généralement arrêtée dans son développement par les obstacles de tout genre que la construction de l'auge des bocards ordinaires met à la sortie des sables produits. Ces obstacles indépendants de la dureté et de la ténacité du minerai constituent, selon moi, le vice essentiel des bocards. Tandis que dans le broyage au cylindre, tout grain de sable parvenu à la grosseur voulue est expulsé à coup sûr; dans le bocardage,

---

sables dont le calibre est un peu moindre. Toutefois on se tromperait beaucoup sur la différence, si l'on ne tenait compte que des dimensions relatives des trous; il résulte d'observations, qui seront publiées plus tard, que les grains passant par trous carrés de 4 millim. 1/2 de côté ne diffèrent en volume que de 1/6 environ des grains passant par cribles à trous ronds de 6 millim. de diamètre.

il peut retomber plusieurs fois sous les pilons avant d'être entraîné hors de l'auge, et il se trouve ainsi exposé à passer à l'état de schlamm, ce qui arrive, comme on sait, pour une portion de la matière bocardée qui varie d'un cinquième à la moitié, suivant la nature du minerai et la disposition de l'auge.

Pour remédier à cet inconvénient, il faudrait qu'après chaque coup de pilon une nappe d'eau jaillissante pût balayer le sable produit de manière à le mettre en totalité à l'abri d'un nouveau choc. Cette disposition donnerait peut-être aux bocards le mérite spécial des cylindres broyeurs, qui réside surtout dans la suppression des schlamms : c'en serait assez pour relever considérablement la limite supérieure de la production des bocards et peut-être pour rendre ces machines convenables à tous les cas de broyage.

Malheureusement, la disposition nécessaire à l'effet voulu est d'une exécution délicate, ce qui ne convient nullement à un bocard; elle donnerait lieu, en outre, à une dépense d'eau beaucoup plus grande sans doute que le mode d'expulsion usité, qui est tumultueux, mal dirigé et fort incomplet, mais d'une simplicité incomparable : cette qualité importante lui vaudra probablement d'être conservé.

La digression à laquelle les cylindres broyeurs viennent de donner lieu justifiera sans doute ce que j'ai dit qu'on avait eu raison d'employer tout d'abord cette machine à Escombrera, de préférence aux bocards ordinaires.

J'ai déjà dit qu'on avait refusé de me montrer l'appareil de lavage sur lequel on comptait à Escombrera, pour opérer la préparation mécanique

des sables produits par les cylindres broyeurs. On s'est contenté de mettre sous mes yeux un échantillon d'une dizaine de grammes de galène préparée par le nouveau procédé. Cet échantillon, composé de grains assez uniformes en grosseur (de 1 à 1 1/2 millimètre de côté) était d'une netteté parfaite : on n'y distinguait à l'œil ni blende, ni pyrite, ni gangue. Mais c'est le résidu qu'il importait de voir, et l'on n'a pas pu me le montrer. Ne pas pouvoir, c'est ne pas vouloir en pareil cas; je crains donc que ce résidu soit loin d'être irréprochable, et la grosseur des grains du minerai net que j'ai vus me porterait à penser que toute la partie fine reste avec la blende et la pyrite, peut-être même avec la gangue, sans pouvoir en être séparée par le procédé Brunton. Ce fin peut constituer la majeure partie de la galène contenue dans le minerai de la Sierra de Carthagène ; s'il se perd, la préparation peut se trouver finalement trop coûteuse, eu égard au produit obtenu.

Quoi qu'il en soit, il est certain que tout ne va pas à souhait dans cette entreprise intéressante; car les nombreux propriétaires de mines du pays, qui voient la source de leur fortune dans le succès du nouveau mode de préparation mécanique, en sont encore, depuis trois ans, à entrer en arrangement avec M. Brunton, pour la préparation de leurs minerais. Aussi leur opinion est-elle que le nouveau procédé n'a pas encore donné de résultat pratique (1).

Ces notes étaient depuis longtemps entre les mains de la commission des Annales des Mines,

(1) J'écrivais ceci au commencement de 1846.

lorsque j'ai trouvé, dans le *Mining journal* du 20 mars 1847, la description d'un nouvel appareil de préparation mécanique breveté en faveur de M. W. Brunton. Cet appareil, qui est donné dans le numéro du 27 pour être employé depuis deux ans dans plusieurs mines, est, sans aucun doute, l'appareil Brunton dont on parlait tant à Carthagène en juillet 1845, mais dont le fils de M. Brunton faisait mystère.

L'article du journal anglais est donc un complément nécessaire de mes notes sur la préparation mécanique des minerais dans le midi de l'Espagne.

En voici la traduction :

Table de Brunton pour la préparation mécanique des minerais.

« On s'occupe maintenant avec un vif intérêt du travail » de cette machine qui produit une grande économie dans » les frais de préparation mécanique ; c'est pourquoi nous » nous empressons de donner une description *illustrée* de » la nouvelle méthode de lavage. »

(La *fig.* 16, *Pl. I*, est intercalée dans le texte anglais.)

« A est une pièce de toile à voile longue de 30 pieds et » disposée en bande sans fin par la réunion des deux » bouts ; des tringles de bois sont fixées transversalement » dans l'intérieur de la toile, qui est tendue sur un châssis » au moyen de rouleaux, de manière à présenter, à sa » partie supérieure, une surface de 12 pieds de long sur » 4 de large. Des écrous G, G, permettent de faire varier » la pente de cette surface à la convenance des matières à » traiter.

» B est un plan incliné qui porte plusieurs cannelures » aboutissant à l'extrémité de l'auge C. C'est dans cette » auge qu'on place d'abord le minerai à préparer ; après » avoir été délayé, il en sort pour être distribué dans les » cannelures de B.

» D est une tablette sur laquelle coule de l'eau claire;

» E est un réservoir qui reçoit le minerai préparé ou » mis au net;

» F est un autre réservoir dans lequel tombent la boue » et les déchets.

» La roue hydraulique est là pour imprimer à la toile » sans fin un mouvement de translation continue, de bas » en haut, en sens inverse du courant de l'eau. Sous l'in- » fluence des deux courants réunis, savoir le courant » d'eau chargé de matière qui tombe des distributeurs, et » le courant d'eau claire qui passe par-dessus la tablette D, » les nulles valeurs sont entraînées vers le bas de la table » et finalement dans le bassin F; tandis que le minerai, » qui résiste à la force du courant en raison de sa plus » grande pesanteur spécifique, remonte avec la toile au- » devant de l'eau claire, à l'action de laquelle il se trouve » exclusivement soumis pendant son passage entre le dis- » tributeur B et la tablette D. Une fois cette tablette dé- » passée, le minerai nettoyé échappe à l'action de l'eau; » il reste adhérent à la toile jusqu'à ce que celle-ci venant » à baigner dans l'eau du bassin E, le minerai s'en dé- » tache pour se déposer au fond du bassin.

» Ainsi le jeu de l'appareil comprend : un courant con- » tinu de matière à préparer passant sur le plan incliné B; » — un courant continu de déchets descendant vers le » bassin F; — enfin un courant continu de minerai net » qui va se déposer dans le bassin E.

» On trouve qu'aucune des méthodes usitées n'est ca- » pable de produire le même effet au double point de vue » de la quantité du rendement et de la netteté du produit. » C'est particulièrement l'appauvrissement des déchets » qui vaut à l'appareil-Brunton la grande économie qu'il » procure; car, quelle que soit la négligence de l'ouvrier » préposé à la conduite du lavage, *il n'y a pas de perte de* » *minerai possible tant que la roue est en mouvement* (no » ore is being wasted so long as the water-wheel is at » work); tandis que, dans l'ancienne méthode, la négli- » gence du laveur peut laisser une grande quantité de mi-

» nerai se frayer un chemin vers le bas de la table et se
» perdre.

» Les rapports que nous fournit notre correspondance
» sont de nature à satisfaire les esprits les plus prévenus
» contre toute innovation, en faveur des méthodes éprou-
» vées par une vieille expérience. Il résulte de ces rap-
» ports que les tables-Brunton produisent une économie
» de 10 à 20 p. 0/0 sur les frais de préparation : de plus
» l'opinion des personnes qui en ont fait usage pendant des
» mois entiers est que l'économie en minerai est beaucoup
» plus importante encore que l'économie réalisée sur les
» frais. »

Voici des certificats communiqués par M. Brunton :

« Cookskitchen, 11 mars 1847. — En réponse à votre
» lettre d'hier, je reconnais que votre table brevetée, dont
» nous faisons usage dans cette mine, nous vaut une éco-
» nomie de 20 p. 0/0 sur les frais, et de 5 p. 0/0 environ
» sur l'étain. *Signé* JOSEPH VIVIAN. »

« Mines de Carn Brea, 11 mars 1847. — Nous avons
» recherché avec soin le chiffre de l'économie réalisée par
» l'emploi de vos tables brevetées, et, après avoir tenu
» compte de toutes les dépenses que leur établissement
» entraîne, nous trouvons que ces tables ne donnent pas
» moins de 10 p. 0/0 d'économie, tant sur l'étain que sur
» les frais.

MATTHEW ROGERS,
» préparateur en chef (captain dresser). »

« Mines de Wheal Gray, 9 mars 1847. — Depuis que
» nous employons vos tables dans cette mine, c'est-à-dire
» depuis dix semaines environ, nous trouvons que nous
» avons réduit nos frais des 6/7, c'est-à-dire de 70 sh.
» à 10 sh. Ainsi deux tables brevetées conduites par un
» garçon qu'on paie à raison de 10 sh. par mois, rempla-
» cent 5 filles occupées sur les anciennes tables au prix
» de 14 sh. l'une par mois. Le schlich (cover-work) pro-
» duit par les tables patentées rend 72 1/2 p. 0/0, tandis

» que le schlich qu'on obtenait de la même matière sur » les tables anciennes ne rendait que 62 1/2 p. 0/0. Pour » ce qui est de la quantité d'étain que les déchets peuvent » entraîner, nous ne la connaissons pas encore d'une ma- » nière certaine, parce que les déchets de l'ancien et du » nouveau système de lavage ne sont pas séparés; mais » nous espérons pouvoir être bientôt en mesure de publier » aussi ce renseignement. PERRY, préparateur.»

Le numéro du *Mining journal* du 27 mars contient, parmi les annonces, une série de certificats louangeurs, mais moins précis que les précédents; je ne reproduirai que le suivant, qui donne une indication utile; il émane d'ailleurs d'un homme connu :

« Wardhouse Beer, près Tavistock, 10 novembre 1846.

» Cher monsieur, c'est avec grand plaisir que je témoi- » gne en faveur de l'utilité de vos tables; je les regarde » comme le plus grand perfectionnement apporté à la pré- » paration des minerais, particulièrement des minerais » d'étain. Je ne doute pas de leur succès pour la sépara- » tion du plomb et du cuivre *dans les minerais qu'on est* » *obligé de réduire en sable fin* (*small-size*).

» On est satisfait de vos tables aux mines de Tincroft, » et je désire (comme vous le montre la proposition ci- » jointe) les introduire dans nos autres mines d'étain, » ainsi qu'aux mines d'argent de Tamar-Head.

» P.-N. JOHNSON.»

Appréciation du nouveau procédé.

On voit, d'après ce qui précède, que l'appareil Brunton est une sorte de table automotrice ingénieusement disposée pour réduire la main-d'œuvre nécessaire à la préparation de certains sables. Cet appareil peut prétendre à remplacer les tables à secousses et les tables dormantes, mais pour certains sables seulement; car il est difficile d'admettre qu'un simple courant d'eau agissant d'un

seul jet, sans revenir sur la matière à plusieurs reprises, soit capable d'isoler complétement des minéraux de densité peu différente ou d'égrener, parcelle par parcelle, ces schlamms que leur viscosité rend si difficiles à traiter sur les tables à secousses ou sur les tables dormantes ordinaires, malgré les ressources exclusivement propres à ces appareils. Ces ressources, dont on s'est volontairement privé dans le travail à la table Brunton, afin de réduire soit la dépense de force motrice, soit la dépense de main-d'œuvre, ces ressources, dis-je, sont les secousses suivies d'intervalles de repos, l'usage des râbles en fer et en bois, l'usage des balais, le tout puissamment aidé de l'œil attentif de la laveuse constamment prête à se porter là où il y a quelque chose à corriger dans l'effet aveugle du courant d'eau agissant sur des matières qui peuvent arriver sur la table incomplétement désagrégées ou par *bouffées* inégales.

Toute l'efficacité de l'appareil Brunton dépend de la supposition que la matière à expulser doit être entraînée par le courant, tandis que la matière utile doit résister et suivre la toile, et cela en vertu des différences de pesanteur spécifique; mais la différence de pesanteur spécifique n'est pas le seul élément capable de produire ce double résultat : le calibre et la forme des grains peuvent avoir une influence prépondérante pour les sables, et cette influence peut être d'autant plus nuisible, dans certains cas, qu'on s'interdit systématiquement la faculté de remanier la matière une fois rendue sur la toile. Quant aux schlamms, il semble manifeste que leur consistance doit être un obstacle à la séparation bien plus grand encore. Par suite de cette consistance, les schlamms semblent

devoir généralement adhérer en masse à la toile et la suivre dans son mouvement. Pour que la matière se détachât de la toile sans fin, il faudrait que le courant d'eau eût une rapidité et un volume considérables, et, dans ce cas, le minerai ne manquerait pas d'être entraîné lui-même avec les nulles valeurs. Il n'y a pas beaucoup à compter sur un milieu possible entre ces deux cas extrêmes, attendu que l'inégalité de calibre des grains qui composent les poussières et les schlamms, est trop grande, comme j'aurai occasion de le montrer (1), pour que ce milieu soit possible, même théoriquement.

En raison de ces différentes objections, il est douteux qu'abstraction faite des frais, la table Brunton soit généralement plus parfaite pour les résultats que la table à secousses et surtout que la table jumelle; de plus il semble qu'elle ne doit être applicable que dans des cas plus restreints que ceux auxquels ces appareils anciens conviennent.

Pour ce qui est de la nature des sables qu'on peut traiter avantageusement par le nouveau procédé, je croirais que ceux-là seuls peuvent donner de bons résultats, dans lesquels la matière utile se trouve soit en grains de calibre notablement moindre que la matière à expulser, soit mieux encore sous forme de paillettes, les uns et les autres d'ailleurs au-dessous du calibre ou de la richesse qui conviennent au caisses allemandes ou aux cribles métalliques et dans un état d'incohérence parfait.

---

(1) Dans un travail particulier qui a pour titre : *Introduction à l'étude des préparations mécaniques*.

fique des gangues métalliques, puis en raison de la nature grasse de la gangue pierreuse jointe au haut degré de division que la constitution du minerai rend nécessaire. Au milieu de l'eau, cette manière d'être peut donner lieu à ces boues visqueuses dont j'ai signalé plus haut les inconvénients probables.

Si l'échantillon de minerai net qu'on m'a montré dans l'atelier d'Escombrera était en petits grains dépouillés de schlich, c'est peut-être, ou bien que la difficulté dont je parle avait forcé d'éliminer toute la farine par un blutage préalable, pour rendre le reste capable d'être préparé sur la table automotrice de Brunton, ou bien que le schlich de galène avait été entraîné avec les nulles valeurs. Dans l'un comme dans l'autre cas, la majeure partie de la galène peut se trouver perdue et rendre ainsi le procédé insuffisant (1).

Il n'en serait pas moins remarquable de voir la pyrite et la blende séparées complétement de la galène par procédé purement mécanique, pour les calibres de sable fin dont on a mis un échantillon sous mes yeux, si cet échantillon provenait de minerais aussi chargés de minéraux métalliques que ceux qu'on rencontre communément dans les mines de la Sierra de Carthagène. Le fait mérite donc d'être vérifié. Il n'a rien d'invraisemblable, eu égard à la forme arrondie et au plus gros calibre que la pyrite et la blende peuvent présenter relativement à la galène, minéral moins tenace que la pyrite, plus lamellaire que la blende.

---

(1) J'ai appris, en janvier 1847, que l'établissement d'Escombrera avait été abandonné, sans avoir rien produit.

Les exemples que j'ai passés en revue sont de nature à mettre sur la voie des applications que le nouveau procédé me paraît comporter.

Conditions nécessaires à l'efficacité du nouveau procédé.

J'ai souligné l'assertion du journal anglais relative à l'impossibilité, pour le procédé Brunton, de laisser échapper du minerai, tant que la roue fonctionne : il y a là exagération et méprises évidentes. En effet, pour qu'il n'y ait pas perte, il ne suffit pas que la toile marche contre le courant, il faut encore : 1° que la matière arrive du distributeur sur la toile en grains indépendants; 2° qu'elle y arrive en quantité assez uniforme et assez petite à la fois pour que chaque grain trouve à se placer au contact de la toile; 3° il faut que l'eau claire qui coule sur la toile l'atteigne et la couvre sur toute sa largeur, avec une égale abondance et sans laisser de lacune; 4° il faut que cette eau ne soit ni trop ni trop peu abondante relativement à la pente de la table, à la vitesse de son mouvement, au volume de la matière, au calibre des grains, etc., toutes conditions qui ne dépendent pas moins de l'intelligence et de l'attention du surveillant que pour le travail à la main; 5° il faut enfin qu'entre la densité le calibre et la forme des parcelles à séparer, il y ait un rapport tel que le calibre des grains lourds ou leur forme arrondie, par exemple, ne donne pas, à l'eau qui descend plus de prise sur eux que sur des grains pierreux plus petits ou moins roulants. Cette cinquième condition dépend essentiellement de la nature du minerai.

On est fondé, d'après toutes ces considérations, à douter de la perfection absolue du procédé Brunton. J'avoue même que j'ai peine à croire qu'il puisse être, en aucun cas, plus parfait que le

circonstances qui exigent impérieusement l'emploi des tables, la table Brunton pourrait ainsi, dans certains cas, mériter la préférence sur la table à secousses, qui sera presque toujours d'un emploi plus économique que la table jumelle, lorsque la main-d'œuvre étant chère, l'incohérence du sable à traiter permettra de se dispenser des manipulations minutieuses qui sont le caractère particulier du travail aux tables dormantes. Lorsque au contraire le sable aura une certaine consistance, la table à secousses reprendra son avantage au point de vue de l'économie de la main-d'œuvre, les secousses pouvant jusqu'à un certain point suppléer le râble et le balai.

Addition à faire à l'appareil Brunton.

Il est une addition qui paraît nécessaire, tant pour la perfection du travail que pour son économie, addition qu'on s'étonne de ne pas voir réalisée dans un appareil qui a la prétention d'être indépendant de l'ouvrier, c'est celle d'un distributeur mécanique. Si le distributeur d'Escombrera que nous avons décrit ne convient qu'aux matières sèches, on pourrait y suppléer, pour les sables mouillés, au moyen d'un cylindre cannelé qui pousserait la matière en avant, cannelure par cannelure, sauf à ne la délayer qu'après sa sortie du distributeur, à l'aide d'une lame d'eau convenablement disposée. De cette manière, l'ouvrier, moins assujetti par le service de l'auge distributrice, pourrait avoir l'œil sur la table et se servir avantageusement du balai, pour aider à la séparation des matières. L'emploi du balai permettrait peut-être de passer, sur une table, plus de sables à la fois, tout en ajoutant à la perfection du travail sans surcroît de frais, grâce à l'usage du distributeur

mécanique. La *fig.* 19 peut donner une idée de celui que je propose.

En résumé, il est possible que le procédé Brunton prenne place dans la préparation mécanique pour le traitement des sables trop fins pour être criblés à l'eau, ou lavés à la caisse allemande, pas assez fins pour être visqueux. Ce sont les matières les plus faciles à traiter par les anciens procédés, et j'estime que si le procédé Brunton l'emporte sur eux, ce sera généralement plutôt par suite d'une économie de main-d'œuvre qu'à cause d'une séparation plus complète des matières à conserver. L'économie est d'ailleurs un titre bien suffisant pour rendre un procédé industriel recommandable.

ERRATA

DE LA 5e LIVRAISON DE 1846.

Pag.	Lign.		
256	17	en descendant :	*au lieu de* les mines du second groupe ne laissent pas..., *lisez* les mines du second groupe, dont il n'est pas question dans l'estimation précédente, ne laissent pas...
257	12	*id.*	*au lieu de* près d'un million, *lisez* près de 9 millions.
261	1	*id.*	*au lieu de* mines anciennes, *lisez* mines antiques.
261	20 et 21	*id.*	*au lieu de* l'unique signe, *lisez* l'unique construction.
261	26	*id.*	*au lieu de* dans ces puits de mines est..., *lisez* dans ces puits est..
265	2	*id.*	*après* le cours du marché, *ajoutez* et l'activité des exploitations.
269	5	*id.*	*mettre en marge* Causes de l'irrégularité des exploitations espagnoles.
282	12	*id.*	*au lieu de* 80 varès, *lisez* 80 vares.
291		dernière ligne :	*au lieu de* continuité, *lisez* continuité dans le sens de la direction.
296	2	en remontant :	*au lieu de* d'un rouleur ou chien de mine, *lisez* d'un rouleur au chariot de mine.
304	7	*id.*	*au lieu de* naturement, *lisez* naturellement.
308	1	en descendant :	*au lieu de* dans le cas des gîtes, *lisez* dans le cas de gîtes.
308	9	*id.*	*au lieu de* la formation de ces gîtes, *lisez* la formation des gîtes.
316	14	*id.*	*au lieu de* prend sur toute sa hauteur, *lisez* pend sur...
317	11 et 12	*id.*	*au lieu de* dans les filons où l'on fait usage de bois, *lisez* dans les filons où le bois est employé.
341	5 et 6	en remontant :	*au lieu de* à laquelle on puisse rapporter toutes les circonstances possibles du portage à dos, *lisez* à laquelle on pût rapporter toutes les circonstances du portage...
343	10	en descendant :	*au lieu de* pour les cas intermédiaires, *lisez* pour le cas intermédiaire.

Pag.	Lign.	
343	23 en descendant :	*au lieu de* circonstance donnée, *lisez* circonstance définie.
350	8 et 9 *id.*	*au lieu de* je crois bon de faire mettre, *lisez* je crois bon de mettre...
368	20 *id.*	*au lieu de* en Espagne ; cet exemple..., *lisez* en Espagne, cet exemple...
371	11 *id.*	*au lieu de* de tailles transversales..., *lisez* des tailles transversales...
372	11 et 12 *id.*	*au lieu de* la moitié d'entre elles du moins, *lisez* de deux l'une.
372	21 *id.*	*au lieu de* cheminées *c et m* et au moyen, *lisez* cheminées *c* et *m*, au moyen...
375	paragraphe 7° :	*mettre en marge* Exploitation proprement dite.
378	4 en remontant :	*au lieu de* de manière à pouvoir, *lisez* afin de pouvoir...
387	17 en descendant :	*au lieu de* à éclat, sans brillant, gras ; *lisez* à éclat gras, sans être luisant.
388	à la suite de la ligne 5 :	*ajouter* On aurait dit qu'à la suite de la cassure ouverte au sein de la roche encaissante le menu produit avait tamisé au milieu du gros pour se déposer sur le mur.
391	20 en descendant :	*au lieu de* on le retrouve à son tour..., *lisez* on le retrouve parfois à son tour...
392	4 *id.*	*au lieu de* morceaux de grauwacke empatée, *lisez* morceaux de grauwacke empâtés.
402	20 *id.*	*au lieu de* ce me semble, *lisez* ce semble.
404	9 et 10 en remontant :	*effacer* ce me semble.
405	11 en remontant :	*au lieu de* les plus importants, on peut la rattacher..., *lisez* les plus importants, il semble qu'on peut la rattacher...
409	12 en descendant :	*au lieu de* dans le grauwacke, *lisez* dans la grauwacke.
410	10 en remontant :	*effacer* qui le renferme.
410	7 *id.*	*ajouter à la suite* Toutes ces circonstances semblent prouver que le filon de Cambian se trouve intercalé entre les couches qui le renferment.
414	11 *id.*	*ajouter à la suite* Les veines quartzeuses qu'on a reconnues au S, dans ce sens, ne sont pas assez bien caractérisées pour qu'on soit en droit de les considérer comme les représentants du filon.
420	13 *id.*	*au lieu de* même formation et qu'on ne doit pas séparer, *lisez* même formation, mais dont j'ai fait abstraction jusqu'à présent.

Pag.	Lign.	
423	16 en descendant :	*au lieu de* les marbrures rouges étaient..., *lisez* les marbrures rouges (il y en a de jaunes) étaient...
423	10 en remontant :	*à la suite de* plus ou moins large, *ajoutez* plus ou moins épaisse.
424	10 en descendant :	*au lieu de* avoir éprouvé une..., *lisez* avoir éprouvé, au contact des terres rouges, une...
424	20 *id.*	*au lieu de* tandis que les points..., *lisez* tandis que les joints...
424	10 et 11 en remontant :	*au lieu de* et l'épaisseur de la zone décolorée diffère peu de celle du minerai, *lisez* et l'épaisseur totale des deux zones décolorées diffère peu de celle du minerai qu'elles embrassent.
425	dernière ligne :	*au lieu de* sa richesse, *lisez* leur richesse.
427	15 en descendant :	*au lieu de* stérile su le prolongement, *lisez* stérile sur...
433	10 *id.*	*ajouter à la suite de néanmoins* quand on sait dans quelle mesure il convient de l'admettre.
434	21 et 22 *id.*	*au lieu de* sur les côtés..., *lisez* sur les côtés du groupe de filons.
456	13 et 14 *id.*	*au lieu de* Il y a alors à distinguer entre l'âge..., *lisez* Il conviendrait de distinguer l'âge de la cassure de l'âge...
456	16 *id.*	*au lieu de* les cassures, *lisez* cette cassure.
457	9 en remontant :	*ajouter à la suite de anciennes* en vue surtout du filon de Camblan, dont l'ancienneté relative semble bien établie.
458	6 en descendant :	*ajouter à la suite* Mais l'existence de cette faille est loin d'être parfaitement établie, et la circonstance que je viens de rapporter semble confirmer cette opinion que la direction relative des cassures est plus à considérer que leur orientation absolue.
459	10 *id.*	*ajouter à la suite de amphiboliques* et troublé ainsi le relief que celles-ci avaient primitivement imprimé au terrain.

RAPPORT

sur l'explosion d'une chaudière locomotive sur le chemin de fer de Chartres, le 4 mars 1849;

Par M. SENTIS, ingénieur des mines.

Le 4 mars courant, la chaudière d'une locomotive appartenant au matériel du chemin de fer de Versailles (rive gauche), et louée aux entrepreneurs des travaux de terrassement de la première section du chemin de fer de Chartres, a fait explosion. Des renseignements fournis par des témoins oculaires, et de l'examen des lieux, résultent les faits suivants :

Ledit jour, à midi et demie, un convoi de terrassement était en station sur le chemin de Chartres, dans une vaste tranchée ouverte à l'extrémité de la rue Saint-Martin, à Versailles. Sa composition était la suivante :

En tête, vers Chartres, la machine *le Creusot*, n° 13;

Son tender;

La machine *la Française*, n° 14;

Son tender;

Un truck servant de wagon de choc;

Enfin 18 wagons de terrassement presque entièrement chargés de sable.

Les mécaniciens, chauffeurs et autres personnes placées dans ou près le convoi étaient ainsi répartis.

Le sieur Dehalle, mécanicien du *Creusot*, était

d'un côté sur la boîte à fumée de *la Française*, de l'autre sur le tender du *Creusot*, par l'extrémité de la barre d'attelage.

Un certain nombre de débris du *Creusot* gisaient d'ailleurs sur la voie et sur les talus de la tranchée. Ainsi, la cheminée avait été lancée à 60 mètres en avant et la traverse antérieure de la machine à 10 mètres dans le talus de gauche.

La voie de fer avait également éprouvé de graves détériorations. A 8 mètres environ de la place primitive du *Creusot*, deux rails correspondants de 5 mètres de longueur avaient été brisés en sept morceaux. Puis, au lieu même où la machine était couchée, les rails avaient encore été brisés et arrachés de leurs coussinets en partie détruits.

Enfin, divers objets situés dans le voisinage de la machine qui a fait explosion, avaient été renversés et dispersés.

Revenant vers *le Creusot* pour y rechercher les causes d'une action destructive aussi considérable, nous avons reconnu que la paroi supérieure du foyer s'était déchirée sur toute sa largeur à 6 centimètres environ de la paroi la plus voisine du mécanicien et avait basculé tout entière comme s'il avait existé une charnière près la paroi tubulaire.

Ce fait suffit pour expliquer l'intensité des phénomènes qui se sont produits. En effet, l'échappement de la vapeur par la large issue qui lui était offerte a nécessairement donné lieu à une énorme réaction agissant sur la partie supérieure de la chaudière. Soumise à cette force instantanée, la machine *le Creusot* a dû être lancée en avant; mais l'inertie du train auquel elle était at-

tachée a occasionné une violente secousse, et, par suite, la rupture du châssis qui s'est produite un peu avant les roues d'arrière. La machine devenue libre a fait alors un premier bond de 5 à 6 mètres qui a brisé la traverse d'avant et les deux rails qu'elle a choqués; puis, un deuxième bond, qui l'a conduite jusqu'à 20 mètres dans la position définitive indiquée ci-dessus. D'un autre côté, la partie postérieure du châssis de la machine, arrachée de l'avant, mais encore liée au train, a dû, par un effet de réaction analogue à ce qui se passe dans la rupture d'un corps doué d'élasticité et de flexibilité, par un effort de traction longitudinale, être lancée en arrière, ce qui alors a déterminé la rupture du boulon d'attache du tender. Elle a ainsi passé par-dessus ce tender, en faisant un demi-tour sur elle-même et a été arrêtée dans son mouvement par la boîte à fumée de *la Française*. Le soulèvement du tender du *Creusot* et la position prise par l'essieu d'arrière de cette machine s'expliquent d'ailleurs facilement. C'est ce soulèvement qui a lancé le mécanicien Dehalle en arrière sur le talus de gauche.

Nous venons d'indiquer ici sommairement la cause de l'accident, il convient, pour l'apprécier à sa juste valeur, d'entrer maintenant dans quelques détails techniques.

La machine *le Creusot* a été construite dans les ateliers de MM. Schneider frères, au Creusot. Elle a été livrée à la compagnie de Versailles (rive gauche) le 26 avril 1841, et, depuis cette époque, elle a fait un service qui n'a été interrompu que pendant le temps nécessaire aux réparations courantes que subissent les machines en activité. A dater du 28 septembre 1848, elle a été employée

aux travaux de terrassement du chemin de fer de Chartres.

Les dimensions principales de cette machine sont les suivantes :

Chaudière (partie cylindrique).	Diamètre.		1m,15
	Longueur.		2m,50
	Epaisseur des tôles.		0m,01
Tubes.	Nombre.		120
	Longueur.		2m,53
	Diamètre intérieur.		0m,03
Foyer.	Longueur.		0m,78
	Largeur.		1m,04
	Hauteur.		1m,15
	Epaisseur des plaques	tubulaire.	0m,015
		latérales.	0m,010
Diamètre des soupapes.			0m,076
Diamètre des cylindres.			0m,34
Course des pistons.			0m,45

Nous avons dit que c'était la paroi supérieure du foyer qui avait cédé à la pression de la vapeur. Voyons quelle pouvait être cette pression et quelles dispositions avaient été prises pour y résister. La chaudière porte le timbre de 5 atmosphères : ce devait donc être là la limite à laquelle pouvait être portée la pression de la vapeur. Partant de ce chiffre et calculant d'après les dimensions du foyer la pression totale que sa paroi supérieure pouvait éprouver, on obtient 40.000 kilogrammes environ.

Pour résister à une action aussi énorme, cette paroi, qui est plane comme les parties latérales, mais qu'on ne peut relier, comme celle-ci, aux parois extérieures par de nombreuses entre-toises, a été rendue rigide au moyen de six cornières en fer, placées longitudinalement à l'intérieur de la

chaudière et rivées sur la paroi par seize boulons également en fer. Les dimensions de ces cornières sont les suivantes :

Largeur à la base. .	0m,070
Hauteur.	0m,050
Épaisseur.	0m,008

En outre, une pièce accessoire, verticale, fixée intérieurement sur le sommet de la boîte à feu et consolidée, vers son milieu, par deux tirants horizontaux rivés sur la partie antérieure, offre, vers le bas, une patte qui s'engageait entre les deux cornières moyennes renforcées convenablement au point de jonction. Un boulon de 27 millimètres de diamètre liait cette patte aux deux cornières.

Les cornières, destinées à donner de la rigidité à la paroi supérieure du foyer, présentent un double inconvénient,

Le premier consiste en ce que s'appliquant dans toute leur longueur sur cette paroi, elles ne laissent point, comme les armatures qui ont été adoptées depuis, un certain intervalle baigné par l'eau de la chaudière. Il en résulte une grande épaisseur du métal qui n'est pas suffisamment refroidie par l'eau, ce qui peut faciliter les coups de feu.

Le second inconvénient, qui est le plus grave, tient à ce que les cornières n'ont pas été prolongées jusqu'aux limites du foyer, mais ont été arrêtées à 5 centimètres des extrémités de la plaque supérieure. Or c'est précisément à la limite de ces cornières que s'est produite la rupture.

En examinant les bords des deux parties qui ont été séparées, il semble, au premier abord, qu'au

contact des cornières, le cuivre de la paroi supérieure du foyer présente des teintes variées accusant une altération déjà ancienne. Mais si on enlève au burin des éclats de cuivre dans les divers points de la déchirure, on trouve partout la malléabilité et la couleur du cuivre de bonne qualité. Ce n'est donc pas dans une altération du métal résultant d'actions chimiques ou galvaniques qu'il faut chercher l'explication de la rupture. On la trouve d'ailleurs suffisamment dans la mauvaise disposition des cornières. Dans les foyers bien construits, les armatures viennent s'appuyer sur le bord extérieur des parois d'avant et d'arrière.

On ne peut cependant se dissimuler qu'en raison de la bonne qualité du cuivre du foyer et de son épaisseur qui, après un service de plus de sept années, n'est pas moindre que 10 millimètres, quelque circonstance particulière a dû aggraver encore la situation naissant du mauvais établissement des cornières. Aussi, notre attention s'est-elle portée tout d'abord sur les points suivants:

La pression de la vapeur était-elle exagérée et dépassait-elle les limites fixées, soit au jour de l'accident, soit pendant le travail courant?

La chaudière était-elle munie de tous les appareils de sûreté prescrits par les règlements?

Enfin le niveau de l'eau a-t-il été maintenu de manière à ne point laisser découverte la paroi supérieure du foyer?

Il ne nous a pas été possible d'éclaircir d'une manière complète ces différents points; nous indiquerons cependant les présomptions que l'enquête nous a fournies à cet égard.

Les mécaniciens affirment que la pression ne dépassait point les limites ordinaires et que la

cheminée était couverte pour atténuer l'activité du feu. Cela ne veut pas dire que la pression ne dépassait point sa limite légale ; car il est certain que le remorquage du train de terrassement, très-lourd pour des machines plutôt propres à un service de voyageurs, exigeait le maintien de la vapeur à une tension élevée et que cette tension excédait fréquemment cinq atmosphères. On conçoit d'ailleurs qu'elle devait croître assez rapidement pendant le temps de repos nécessaire au chargement des wagons.

On peut répondre que la chaudière était munie de deux soupapes d'un diamètre suffisant pour donner issue à la vapeur formée lorsque la tension atteignait une certaine limite. Cela est vrai, mais cette limite peut varier selon la volonté du mécanicien. En effet, les soupapes sont chargées au moyen de leviers sur les grands bras desquels agissent des ressorts dont la tension peut être accrue au delà de la limite voulue, la partie filetée des tiges des ressorts ne portant point d'arrêt au mouvement de la virole qui la traverse ; or, il nous paraît probable que les soupapes étaient surchargées au moment de l'accident.

Il convient enfin de faire remarquer que la chaudière ne portait aucun appareil propre à donner la tension exacte de la vapeur. Comme celle-ci ne trouve son issue, en soulevant les soupapes, que lorsque sa pression dépasse la résistance du ressort, on adapte aux chaudières des manomètres qui font connaître à chaque instant cette tension et permettent, en même temps, de vérifier l'exactitude des indications du ressort qui charge les soupapes. La chaudière du *Creusot* était privée de son manomètre. Le tube de verre dans lequel

s'élève le mercure avait été brisé et on ne l'avait pas remplacé.

Quant au niveau de l'eau dans la chaudière, l'observation du tube indicateur et de ses tuyaux de jonction avec la chaudière nous fait penser que le mécanicien a bien pu le laisser s'abaisser au-dessous de la paroi inférieure du foyer. Nous avons, en effet, remarqué des dépôts qui ont pu intercepter la communication inférieure. Il n'est donc pas impossible que le mécanicien ait été trompé par une fausse indication.

En résumé,

L'accident du 4 mars nous paraît devoir être attribué à l'insuffisance des cornières qui, pour donner toute la rigidité nécessaire à la paroi supérieure du foyer, eussent dû être prolongées de manière à s'appuyer sur les parois verticales. Il y avait là un vice de construction auquel on n'avait remédié qu'imparfaitement par la pose de la pièce de renfort reliant la paroi au sommet de la chaudière.

Cependant il nous paraît certain que quelque autre cause est venue ajouter son effet en déterminant, soit une augmentation de la pression, soit une diminution de la résistance du métal : quoique l'enquête ne fournisse rien de positif à cet égard, elle établit que pendant le travail courant la pression de vapeur dépassait généralement cinq atmosphères et on peut en conclure que la paroi supérieure du foyer mal consolidée et soumise d'une manière à peu près constante à une tension supérieure à la pression normale, a pu se déchirer peu à peu sous l'influence de cette tension.

En outre, quelques indices permettent de croire

que la communication entre la chaudière et le tube indicateur du niveau d'eau était obstruée au moment de l'accident et que ce nivau ayant baissé dans la chaudière, à l'insu du mécanicien, au-dessous de la paroi supérieure du foyer, celle-ci a été assez fortement échauffée, notamment vers l'avant, pour que la résistance en ait été diminuée.

La machine *la Française*, dont il a été parlé dans ce rapport, sort, comme la machine qui a fait explosion, des ateliers du Creusot. Elle a été construite sur le même patron. Il importe donc que son foyer soit examiné avec soin et que le système d'armature de sa paroi supérieure soit changé; il importe, tout au moins, que sa chaudière soit de nouveau essayée au moyen de la presse hydraulique.

Cette observation s'applique d'ailleurs à tous les foyers de locomotives qui seraient dans des conditions semblables et nous estimons qu'il y a lieu, par M. le ministre des travaux publics, de provoquer à cet égard l'attention des ingénieurs chargés de la surveillance du matériel des chemins de fer. Peut-être ne serait-il pas inutile de rappeler en outre que la disposition des ressorts qui pressent les soupapes de sûreté doit être établie de manière que leur tension ne puisse jamais dépasser la limite fixée par l'épreuve de la chaudière.

Note complémentaire sur l'explosion de la locomotive le Creusot.

L'explosion de la chaudière de la locomotive *le Creusot*, survenue le 4 mars dernier, n'est point un fait unique et sans antécédents.

En 1845, une machine de Fairbairn a éprouvé un accident entièrement semblable et la cause de l'explosion s'est trouvée également dans l'insuffisance de longueur des armatures qui n'avaient pas été prolongées jusqu'aux parois antérieures et postérieures du foyer. La relation des circonstances de cet accident a été donnée en 1848 dans une revue allemande, intitulée: *Organe des progrès de la science des chemins de fer.* Il me paraît utile d'en présenter ici la traduction.

« En 1845, il s'est produit sur le chemin de » Manchester à Leeds une explosion de la locomo- » tive *Irk*, qui doit être attribuée à une tension de » vapeur exagérée. L'effet produit fut le suivant : » La paroi supérieure du foyer en cuivre fut en- » foncée et toute la machine, sans son tender » toutefois, fut lancée à travers le toit de la re- » mise où elle stationnait et dont l'élévation était » d'environ 30 pieds. La machine alla tomber » au delà d'une autre locomotive dont le dôme et » la cheminée furent arrachés. Le mécanicien, » son chauffeur et un troisième employé furent tués » par l'explosion.

» Pour lancer ainsi à une hauteur de 30 pieds » une machine pesant 15,5 tonnes, il a fallu une » force de 1.520.042 livres, qui, étant répartie sur » toute la surface de la chaudière avec laquelle la » vapeur était en contact, aurait occasionné une

» pression de 939 livres par pouce carré, tandis » que ce réservoir n'était calculé que pour une » pression de vapeur de 150 livres. Il faut donc » qu'outre la puissance de la vapeur il se soit » produit une autre force bien plus considérable » (probablement des gaz) au moment même de » l'explosion et à laquelle on doit particulière- » ment attribuer cet effet prodigieux.

» La machine était une des meilleures du che- » min, construite par Fairbairn à Manchester, en » 1841, et avait parcouru 76.860 milles anglais. » Son foyer en cuivre avait 3/8 de pouce d'épais- » seur; la paroi tubulaire avait 5/8 de pouce. Les » parois latérales étaient réunies aux parois exté- » rieures en fer par des entretoises de 5 pou- » ces 1/2 de longueur : le ciel du foyer était éga- » lement et comme d'ordinaire plat et renforcé » par sept armatures en fer de 5 pouces de hau- » teur et de 1 pouce 1/2 d'épaisseur. Ces armatu- » res étaient cependant un peu plus courtes que » la couverture du foyer, de telle sorte qu'elles » ne reposaient pas par leurs extrémités sur les » plaques latérales, ce qui est à considérer comme » une très-grande faute, puisque autrement la » paroi n'eût pas été enfoncée. La rupture eut » lieu à l'arête supérieure de la face postérieure » et la plaque tourna tout entière comme une » porte autour de l'arête de la face antérieure, » comme charnière. Les bords de la cassure étaient » coupés comme avec des cisailles et les faces laté- » rales montrèrent des arrachements comme des » dents de scie : au surplus il ne fut possible de » découvrir aucun défaut dans le cuivre. »

On voit par cette description que le phénomène s'est produit de la même manière que pour la

machine *le Creusot* et par la même cause. Quant aux effets considérables qui ont suivi l'explosion et que l'auteur allemand cherche à expliquer par une pression intérieure énorme, ils sont dus au travail moteur développé par la masse totale de l'eau contenue dans la chaudière et se réduisant en vapeur, en passant de la température de 153°, qui correspond à la pression de cinq atmosphères, à celle de 100°. C'est ce qu'a parfaitement démontré M. Combes dans un rapport sur l'explosion d'une chaudière à vapeur à Avrillé près d'Angers, inséré dans le tome XX de la 3ᵉ série des *Annales des Mines*.

Comme démonstration pratique de l'insuffisance de consolidation du foyer de la machine *le Creusot*, il importe de citer encore la locomotive *le Ferdinand*, sortie des mêmes ateliers et livrée à la compagnie du chemin de fer de Paris à Sceaux au commencement de 1846. Le ciel du foyer de cette machine avait été consolidé au moyen de cornières trop courtes suivant le système du Creusot. Après deux mois de service, on s'aperçut que la paroi supérieure offrait, au-dessus de la porte de chargement, un bombement très-notable vers l'intérieur du foyer : c'était toute la partie comprise entre l'extrémité des cornières et la paroi de la porte du foyer qui avait bientôt cédé à la pression de la vapeur ; la malléabilité du métal avait heureusement prévenu l'explosion. On reconnut dès lors dans la disposition des cornières une cause de danger dont la gravité fut démontrée et les quatre machines livrées à la compagnie du chemin de fer durent recevoir des armatures nouvelles suivant le système de Stephenson, etc. Il est à regretter que cette expérience n'ait point conduit

les constructeurs du Creusot à provoquer une réparation semblable des machines livrées par eux à la compagnie du chemin de fer de Versailles (rive gauche).

Avis de la commission centrale des machines à vapeur.

Dans sa séance du 25 mai 1849, à laquelle assistaient MM. Cordier, président; de Bonnard, Thirria, Combes, Bellanger, Phillips et Lorieux, la commission a pris connaissance du rapport rédigé par M. Sentis, ingénieur des mines, sur l'accident arrivé, le 4 mars, sur le chemin de fer de Chartres, dans la rue Saint-Martin, à Versailles. Elle a entendu les observations verbales présentées par son secrétaire, et adopté les conclusions suivantes :

1° L'accident du 4 mars 1849 doit principalement être attribué à un défaut de construction dans la chaudière du Creusot. Les armatures de la paroi supérieure du foyer n'étaient pas disposées d'une manière convenable pour résister à la pression de la vapeur.

2° Il convient que toutes les chaudières qui sont dans les mêmes circonstances soient dans un court délai visitées et réparées.

3° Toutes les locomotives doivent être constamment pourvues de manomètre, de tube en verre indicateur du niveau d'eau, de soupapes bien entretenues.

Les leviers qui pressent sur les soupapes doivent être établis de manière à rencontrer un arrêt, lorsqu'ils ont produit une charge équivalente

à celle qui correspond au timbre de la chaudière.

4° Il y a lieu, de la part de M. le ministre, d'adresser une circulaire sur cet objet à MM. les ingénieurs chargés de la surveillance des chemins de fer.

MÉMOIRE

Sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges;

Sur la pegmatite avec tourmalines de Saint-Etienne (Vosges);

Par M. DELESSE, ingénieur des mines,
Professeur à la Faculté des sciences de Besançon.

La roche que je me propose de décrire forme des filons très-irréguliers qui, sans avoir une direction constante, pénètrent toutes les roches granitoïdes des Vosges; les minéraux qui la composent sont le *quartz*, l'*orthose*, le *mica argenté* et le plus souvent aussi la *tourmaline*. Ils sont toujours nettement cristallisés et même ils présentent ordinairement une structure granitoïde à grandes parties, qui est caractéristique pour la *pegmatite* et qui tient à son mode de gisement. Je vais décrire successivement ces minéraux et faire connaître la composition de quelques-uns d'entre eux pour la variété de la roche que nous examinons, qui se trouve aux environs de Saint-Etienne, près de Remiremont.

Quartz.

Le *quartz* est blanc, opaque, et ne présente rien de particulier; il est en gros cristaux ainsi que cela a lieu généralement pour la pegmatite; mais dans les Vosges ses cristaux ne sont pas orientés, ainsi que cela a lieu dans la variété de cette roche que les géologues désignent plus spécialement sous le nom de *granite graphique*.

Quelquefois la roche est presque entièrement formée de quartz et de tourmaline, mais indépendamment de ce cas exceptionnel, elle contient toujours beaucoup de quartz que l'on peut regarder comme son élément le plus abondant et le plus constant, en sorte que la pegmatite appartient aux variétés de granites qui sont les plus riches en silice.

Orthose.

L'*orthose* est tantôt rose et rougeâtre et tantôt blanc comme on l'observe au val d'Ajol, à Phaunoux, à Gérardmer, etc. Par une légère altération résultant de l'exposition à l'air, il devient constamment rougeâtre, ce qui est dû à un peu de fer qu'il renferme en combinaison; quelquefois même il est d'un rouge de chair vif comme à l'étang du Xénois. De même que dans toutes les pegmatites, il est toujours en cristaux qui ont souvent plusieurs centimètres, et qui atteignent même quelques décimètres un peu au delà du village de St-Remy, en montant vers Phaunoux. Ces cristaux présentent une particularité remarquable et qui me semble caractéristique pour la roche : c'est qu'ils ne sont jamais mâclés comme les cristaux d'orthose de la pâte des granites. Il paraît donc que cette mâcle, si fréquente quand l'orthose a cristallisé dans la pâte des roches granitoïdes, ne s'est pas formée quand l'orthose a cristallisé dans les filons J'ai examiné un grand nombre de variétés de la même roche provenant non-seulement des Vosges, mais encore de diverses localités, et aucune ne m'a présenté cette mâcle. On peut du reste se rendre assez bien compte de cette différence, en observant que dans la pâte des roches granitoïdes la cristallisation n'a pu s'effectuer qu'avec difficulté, et que c'est en quelque sorte indiqué par la mâcle : il semblerait en effet que le

cristal a commencé à se développer dans un sens, puis qu'ayant été gêné dans sa cristallisation par divers obstacles qui l'entouraient, il s'est ensuite développé dans un autre sens. Dans les filons, au contraire, le cristal d'orthose s'est formé lentement et librement; il n'est donc pas étonnant qu'il ne présente pas de mâcle.

J'ai recueilli des cristaux d'orthose d'un rouge de chair vif à l'étang du Xénois, et j'en ai fait deux analyses, l'une par le carbonate de soude, l'autre par l'acide fluorhydrique; j'ai trouvé ainsi :

Silice..	63,92	Alumine et oxyde de fer.	20,05	Oxyde de manganèse.	0,30
Chaux.	0,75	Magnésie.	0,60	Potasse.	10,41
Soude.	3,10	Perte au feu.	0,41		

Somme totale. . 99,64

La perte au feu qui est très-faible est probablement due à de l'eau hygrométrique provenant d'une légère altération du feldspath analysé. Il contient de la soude, ainsi que je l'ai reconnu sans aucune exception pour tous les orthoses provenant de roches granitoïdes que j'ai analysés, et il en a même une proportion assez notable; il contient aussi de l'oxyde de manganèse qui contribue peut-être à lui donner sa couleur rose; je dois ajouter cependant que j'ai trouvé au moins des traces d'oxyde de manganèse dans des cristaux d'orthose incolores extraits d'un porphyre granitoïde de Plancher-les-Mines.

Comme l'orthôse de la pegmatite est associé à des tourmalines et à des micas qui peuvent être à base de lithine, j'ai recherché la lithine, mais je n'en ai pas trouvé.

J'ai constaté, par un assez grand nombre d'analyses, que l'orthose a une composition qui est peu près constante dans toutes les roches gran

toïdes ; on voit que celui de la pegmatite du Xénois ne présente non plus rien de bien particulier, et l'orthose de la syénite du ballon d'Alsace (*a*), qui a même couleur que lui, est celui duquel sa composition chimique le rapproche le plus.

Une roche granitoïde renferme généralement deux feldspaths; l'absence d'un feldspath du sixième système dans celle que nous étudions en ce moment mérite donc d'être signalée. Je ferai remarquer, du reste, que ce n'est pas une anomalie particulière aux Vosges, car en examinant les pegmatites d'un grand nombre d'autres localités, à part de très-rares exceptions, je n'y ai pas observé non plus de feldspath du sixième système.

Mica argenté. Le *mica* est toujours à reflets brillants et argentés; lorsqu'il est vu par réflexion, sa couleur varie du blanc d'argent au gris de fumée, le plus ordinairement elle est blanchâtre ou grisâtre; lorsqu'il est vu par transmission, elle est un peu rosée ou même lilas.

Il s'altère d'une manière toute particulière par l'action atmosphérique; au lieu de commencer par se *rubéfier*, comme cela a lieu généralement pour les minéraux silicatés qui contiennent du fer, il perd son éclat argenté, et, ainsi qu'on peut l'observer aux Arrentées de Corcieux, aux Xettes, à Phaunoux, à Ceux, il prend alors une couleur sombre semblable à celle du mica brun de tombac des granites; cette couleur tire tantôt sur le brun-noirâtre, tantôt sur le brun, probablement suivant qu'il est plus riche ou moins riche en fer : on serait même tenté de croire que c'est un mica différent, si on n'observait souvent une lamelle qui,

(*a*) Annales des mines, 4[e] série, t. XIII, p. 671.

devenue brun-noirâtre à la partie extérieure de l'échantillon, est encore d'un blanc-argenté dans sa partie intérieure. Ce changement de couleur est d'ailleurs d'autant plus remarquable, qu'il est tout différent de ceux qu'on observe en général dans les silicates à base de fer et même dans certains micas plus riches en fer, tels que les micas des roches volcaniques qui se *rubéfient* quand ils commencent à s'altérer ; pour le mica, c'est en particulier ce qui me paraît avoir eu lieu dans la variété qui a été désignée sous le nom de *rubellane*.

Sa densité est de 2,817.

Au chalumeau il fond, mais beaucoup plus difficilement que le mica gris-lilas argenté de Rosena, qui sert à la préparation de la lithine et qui a quelque ressemblance avec lui : la lithine doit d'ailleurs rendre un mica plus fusible, et je n'en ai pas trouvé dans le mica de Ceux; il serait cependant possible qu'il en renfermât une légère trace, ainsi que semblerait l'indiquer une très-petite altération de la capsule de platine dans laquelle j'ai fondu le chlorure alcalin.

Après avoir calciné et porphyrisé ce mica de la pegmatite, j'ai essayé de l'attaquer par l'acide sulfurique, mais je n'ai pas pu y parvenir : sous ce rapport, il se distingue donc bien du mica brun de tombac des Granites et des Minettes des Vosges qui se laisse, au contraire, décomposer d'une manière complète par l'acide sulfurique et même par l'acide hydrochlorique.

L'analyse du mica argenté et blanc-grisâtre, provenant de Ceux, commune de Saint-Étienne, a été faite par le carbonate de potasse ainsi que par l'acide fluorhydrique, et j'ai trouvé :

	1° Co^2Ko.	2° FlH.	Moyenne.
Silice.	46,23	»	46,23
Alumine.	33,03	»	33,03
Sesquioxyde de fer.	3,48	»	3,48
Oxyde de manganèse. . . .	traces.	»	traces.
Magnésie.	»	2,10	2,10
Chaux.	»	traces.	»
Potasse.	»	8,87	8,87
Soude.	»	1,45	1,45
Eau et fluorure de silicium.	»	4,12	4,12
			99,28

Ce mica est essentiellement à base de potasse, mais il importe de remarquer qu'il contient de la soude qui n'a pas encore été signalée dans ces sortes de micas. J'ai déjà eu l'occasion de faire observer que le mica de la Protogine en contient également, et j'en ai trouvé aussi dans les micas des Granites; néanmoins, dans tous ces micas il n'y en a jamais que de petites quantités, et la potasse est toujours de beaucoup l'alcali dominant. J'observerai de plus qu'il renferme une quantité assez notable de magnésie. La dénomination de mica à base de potasse et de mica à base de magnésie qu'on emploie quelquefois pour distinguer les micas, ne saurait donc pour aucun d'eux être prise dans un sens absolu, et elle signifie seulement que la potasse ou la magnésie sont les bases dominantes.

Je n'ai pas recherché la teneur en fluor, car elle doit être faible, attendu que le mica de Ceux ne renferme qu'une petite quantité d'oxyde de fer.

La perte au feu est très-considérable, et cette propriété me paraît appartenir surtout aux micas qui ont une couleur blanche ou grisâtre argentée.

A part la teneur en soude, la composition du

mica blanc d'Ochotzk qui a été analysé par M. H. Rose (*a*), est presque identique à celle du mica de Ceux, et il est d'ailleurs évident que ces deux micas, qui sont l'un et l'autre à deux axes, se laissent représenter par la même formule.

Importance de l'étude du mica dans les roches granitoïdes.

L'étude du mica est d'une grande importance pour arriver à définir minéralogiquement une roche granitoïde; car des quatre minéraux qui la constituent généralement, c'est le mica qui par sa couleur et par son éclat présente déjà les caractères les plus saillants et les plus variés. Si nous passons en effet successivement en revue les autres minéraux, nous voyons que le quartz a presque toujours à peu près la même couleur et la même manière d'être : il en est de même pour l'orthose dont la composition est aussi à très-peu près constante, non-seulement dans les roches granitoïdes, mais encore dans les filons qui les traversent. Quant au feldspath du sixième système, sa composition peut être variable d'une roche granitoïde à une autre; mais ce feldspath n'est pas ordinairement de l'albite, comme le pensent la plupart des géologues, car quoique j'aie fait l'analyse d'un grand nombre de roches granitoïdes, je n'ai jamais trouvé d'albite dans leur pâte, et même jusqu'à présent, je n'ai observé l'albite bien caractérisé que dans des druses; j'ai constaté au contraire que ce feldspath du sixième système qui entre dans la pâte des roches granitoïdes est tantôt de l'oligoclase et tantôt de l'andésite; par conséquent, son étude peut servir à distinguer minéralogiquement les roches granitoïdes entre elles, surtout lorsqu'on a recours à l'analyse pour déterminer sa

(*a*) Rammelsberg Handwörterbuch, p. 861.

composition chimique : mais le mica fournit un caractère qui doit être préféré au précédent, parce qu'il permet de définir une roche granitoïde d'après son inspection seule. L'examen du mica est donc plus simple et plus certain que la détermination du feldspath du sixième système, et d'ailleurs ce feldspath peut ne pas exister, comme cela a lieu pour la roche qui nous occupe en ce moment.

Lorsqu'un granite renfermera un mica ayant quelque particularité saillante, ce mica offrira donc un très-bon caractère pour le définir et pour le distinguer minéralogiquement des autres granites : or le mica de la *Pegmatite* présente une particularité saillante et qui est bien constante non-seulement dans les Vosges, mais encore dans toutes les localités dont j'ai pu examiner les échantillons ; en effet il est *blanc* et il a, ainsi que le font observer les auteurs de la carte géographique de France (*a*), un éclat *argenté* qui permet de le distinguer immédiatement, soit des micas *brun de tombac* qui sont habituels dans les *Granites*, soit des micas d'un *vert* plus ou moins *foncé*, tels que ceux qu'on trouve dans les granites qu'on a désignés sous le nom de *Protogynes*.

L'association de la tourmaline avec ce mica blanc-argenté est aussi très-remarquable et très-constante ; cependant je dois ajouter que les roches granitoïdes et notamment les granites graphiques peuvent contenir du mica argenté sans tourmaline, et que les tourmalines sont quelquefois associées à des micas différents du mica argenté : mais ces deux derniers cas doivent plutôt être

(*a*) Dufrénoy et Élie de Beaumont. Explication de la carte géologique de France, t. I, p. 67.

considérés comme l'exception que comme la règle.

Relativement au gisement du mica argenté, il importe de remarquer que ce mica a cristallisé non-seulement dans les filons qui ont été remplis par la pegmatite, mais qu'il a pénétré aussi dans les parois de la roche encaissante et qu'il s'est développé à une grande distance ; c'est ce que l'on observe très-bien au pont des Fées, près de Remiremont, où le mica argenté s'est formé dans les filons de Pegmatite, et aussi dans le gneiss encaissant qui contenait déjà du mica brun de tombac; en sorte que le mica argenté est plus moderne que le mica brun de tombac, avec lequel ses paillettes sont cependant intimement mélangées dans une même roche.

Le fait qui précède me semble très-important à signaler: il montre en effet que des micas peuvent se développer dans une même roche granitoïde postérieurement à sa formation, et qu'ils peuvent en outre être d'âges très-différents: la comparaison des micas qui sont dans une roche et dans les filons qui la traversent, permettra donc de déterminer leur âge relatif.

La tourmaline, qui est toujours cristallisée, est noire ou vert-noirâtre; ses cristaux, implantés par l'extrémité de leur axe, sont disposés à peu près normalement aux parois du filon, et ils se sont formés d'une manière plus symétrique que les minéraux qui les accompagnent. Tourmaline.

On peut répéter relativement à la tourmaline ce qui a été dit relativement au mica: en effet, ainsi que MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont (*a*)

(*a*) Voyage métallurgique en Angleterre; par MM. Dufrénoy, Elie de Beaumont, Coste et Perdonnet; t. II, p. 187.

l'ont observé dans les mines d'étain du Cornwall, les cristaux de tourmaline se sont développés non-seulement dans le filon, mais encore à une petite distance de ce dernier et dans la roche encaissante; les tourmalines y sont seulement plus petites que dans le filon.

Je ferai remarquer à ce sujet que les deux minéraux qui se sont ainsi développés au delà des fentes ou des filons par lesquels ils sont arrivés de l'intérieur de la terre, contiennent l'un du fluor et l'autre de l'acide borique, c'est-à-dire des substances qui sont toutes deux très-solubles et très-volatiles. Cette circonstance permet donc de se rendre compte du développement du mica, ainsi que de la tourmaline dans la roche granitoïde encaissante.

Talc. La Pegmatite à tourmaline des Vosges renferme souvent, notamment sur la rive droite de l'étang du Xénois et à Gérardmer, une substance d'un beau vert clair légèrement transparente et à reflets nacrés; elle est en paillettes non élastiques très-tendres et qui se laissent facilement rayer par l'ongle. Calcinée au feu de charbon, elle prend une couleur blanchâtre et un éclat plus nacré; elle perd 3,25 p. o/o d'eau : elle me paraît donc devoir être considérée comme une *variété de talc*.

Dans l'étude que j'ai faite de la protogine des Alpes, j'ai déjà eu l'occasion de faire observer que le talc me paraissait provenir d'un *pseudomorphose* qui se serait opéré sur une grande échelle (*a*). Dans la pegmatite, il est évident que le talc

(*a*) Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. VI, p. 230, § 5, sur la Protogine des Alpes; par M. Delesse.

est de formation postérieure et qu'il est le résultat d'un *pseudomorphose:* en effet, ses lamelles se trouvent surtout entre les interstices laissés par les autres minéraux; quelquefois elles s'engagent d'une manière inextricable avec les lamelles de mica qui paraissent avoir subi elles-mêmes un commencement de décomposition, et le plus souvent, elles ont *pseudomorphosé* les cristaux de tourmaline, soit partiellemeut, soit complétement.

Le talc est donc un minéral *pseudomorphique* et d'origine beaucoup plus récente que la roche que nous étudions. Comme je ne l'ai guère observé que dans les variétés de la roche à tourmaline dans lesquelles l'orthose commence à s'altérer et qui sont en voie de décomposition, il est probable qu'il continue encore à se former journellement.

La même observation s'applique à la *pyrite de fer*, car on la trouve en petits cristaux cubiques très-nets engagés au milieu des lamelles de talc qui ont conservé la forme extérieure des cristaux de tourmaline: elle doit encore se produire actuellement, mais seulement dans les parties qui ne sont pas soumises à l'action de l'air, car dans ces derniers elle ne tarde pas à se décomposer pour se transformer en hydroxyde de fer. **Pyrite de fer.**

Ainsi on voit, d'après ce qui précède, que le *talc* et la *pyrite* de la Pegmatite sont des minéraux *pseudomorphiques* et qui, selon toute probabilité, se forment encore à l'époque actuelle; je pense même que ce fait est susceptible d'être généralisé, et que la présence du talc dans les roches granitoïdes, ainsi que celle de la pyrite de fer dans les roches volcaniques, peut être attribuée à des phénomènes de *pseudomorphose*.

J'ai fait avec M. Paufert l'essai d'une Pegmatite provenant de la montagne de la Serre (Jura) et nous avons trouvé qu'elle contient :

Masse de la roche.

Silice. 78,0 - Alumine. 12,9 - Peroxyde de fer. 1,6 - Oxyde de manganèse. 0,5 Chaux. traces - Alcalis, magnésie et perte. 7,0. — Somme — 100.

La teneur en silice de cette roche est élevée, même pour un granite ; ainsi que je l'ai déjà fait observer antérieurement, elle appartient en effet aux variétés de granites qui sont les plus riches en silice ; d'un autre côté, sa teneur en fer est faible comme cela devait avoir lieu d'après la composition de son mica ; par ce double motif, il n'est donc pas étonnant qu'étant exposée pendant trente-six heures à la température d'un four de verrerie, elle s'agglutine sans se fondre, ainsi que je l'ai mentionné dans un mémoire précédent (Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. IV, Recherches sur les verres provenant de la fusion des Roches, p 1586).

Gisement.

La Pegmatite que je viens de décrire s'observe fréquemment dans les roches granitoïdes des Vosges, mais surtout dans le Leptynite et dans le Granite à structure gneissique. Parmi les principales localités dans lesquelles elle se trouve, on peut citer Ceux et l'étang du Xénois dans la commune de Saint-Etienne, près Remiremont ; Saint-Hyppolite, le Rauenthal entre Saint-Remy et Phaunoux, près de Sainte-Marie-aux-Mines ; le Hohlandsperg, près de Colmar (*a*) ; les Arentées de Corcieux et Jussarupt, d'après MM. Mougeot ; Gerardmer, les Xettes, Tendon, Faymont et le pied du Thalhoux dans le val d'Ajol, d'après M. Hogard ; Saint-Nabord, Ranfaing et le Pont-des-Fées près Remiremont, d'après M. Puton ; la vallée de Granges

(*a*) Voltz, Minéraux de l'Alsace, et Fournet.

entre Gerardmer et Bruyères, d'après M. Mareine; Lusse, d'aprés M. Carrière, etc.

Elle se présente toujours en filons de peu d'épaisseur et qui se perdent à une petite distance : j'en ai observé plusieurs dans le Leptynite sur le chemin du hameau le Xénois à l'Étang; ils ont au plus 1 décimètre de largeur et leur direction moyenne est S. E.- 160°-S.

Quelquefois les filons de la Pegmatite se ramifient en se divisant et en s'anastomosant indéfiniment les uns avec les autres, de manière à former un *stockweck*; la roche encaissante disparaît en quelque sorte au milieu de la multitude de filons qui la traversent, mais en l'examinant avec soin, il est encore possible d'y retrouver la trace de tous ces filons.

La Pegmatite à tourmaline est peu développée dans les Vosges, mais son étude m'a paru présenter beaucoup d'intérêt, à cause de la *constance de ses caractères minéralogiques*, et parce qu'elle reproduit en quelque sorte sur une échelle plus petite ce qui a été constaté dans toutes les localités dans lesquelles son existence a été signalée; ses caractères sont en effet, à très peu près, identiques à ceux qui ont été observé par les auteurs de la carte géologique de France pour le granite à grandes parties passant au granite graphique et au kaolin qui se trouve entre Cogolen et la Garde-Frainet (*a*), pour le granite près de Saint-Pierre, un peu au-dessus de Napoule (*b*). Parmi les pegmatites à tourmalines qui peuvent être rapprochées des précédentes, je citerai encore celle d'Alençon (Orne), de Paruitte près de Nantes, de

(*a*) Explication de la carte géologique de France, t. I, les Maures et l'Esterel, p. 456. (*b*) *Id.*, p. 459.

la Bellière près de Vire (Calvados), de Montagny, de Francheville et de plusieurs localités du département du Rhône (*a*), de Coudes (Puy-de-Dôme), des Hautes et des Basses-Pyrénées, etc., de Chesterfield (Etats-Unis), de Haddam (Connecticut), etc., etc. Dans toutes ces localités, les pegmatites présentent des caractères presque identiques, et elles sont formées de quartz, de feldspath orthose, de mica argenté et de tourmaline.

Les roches qu'on désigne sous le nom de *shorl-rock* et de *schorl-fels* dans lesquelles on trouve le minerai d'étain, soit en Allemagne, soit en Angleterre et à Villeder (Morbihan), me paraissent encore avoir des rapports intimes avec la roche que nous venons d'étudier : elles contiennent en effet la tourmaline associée à du mica argenté gris-blanchâtre; et tandis que le quartz est très-développé, il n'y a pas ou presque pas de feldspath; en outre, elles renferment des minéraux très-variés.

Age et formation.

Relativement à l'âge de la Pegmatite avec tourmaline, on peut observer qu'elle est plus moderne que les roches granitoïdes des Vosges dans lesquelles elle forme des filons, et qu'elle peut tout au plus leur être contemporaine; cette dernière hypothèse me paraît, du reste, assez vraisemblable: car, la présence de la Pegmatite à tourmaline a été signalée dans presque toutes les roches granitiques ou gneissiques; on pourrait donc la regarder comme intimement liée à la formation même de ces roches ou comme le résultat et le témoin d'un phénomène qui aurait accompagné ou plutôt suivi l'éruption et la solidification des roches granitoïdes de différentes époques.

(*a*) Drian. Minéralogie et Pétralogie des environs de Lyon, p. 303.

ÉTUDE COMPARATIVE

Des sables aurifères de la Californie, de la Nouvelle-Grenade et de l'Oural;

Par M. DUFRÉNOY, Inspecteur général des mines.

M. le consul de France à Monterey a adressé à M. le ministre des affaires étrangères une collection du gisement de l'or en Californie; une partie de cette collection a été remise à l'École nationale des mines, et j'ai pu en faire l'examen : elle se compose :

1° De deux échantillons de terre aurifère recueillie à la surface du sol sur deux points de la vallée du Sacramento;

2° De sable aurifère résultant d'un lavage assez avancé des terres précédentes et dans lequel on observe distinctement des paillettes d'or;

3° De galets de quartz et de fragments de roches recueillis dans l'alluvion qui constitue cette vallée;

4° De deux pépites d'or;

5° Enfin de paillettes d'or provenant de trois points différents du Sacramento, savoir : de la rivière Américaine auprès de son confluent dans le Sacramento; de cette même rivière à 12 lieues de son embouchure; enfin de la rivière des Plumes, distante de 15 à 18 lieues à l'Est de la première. Ces trois points font connaître à peu près le cinquième de la vallée du Sacramento, qui prend naissance dans la Sierra-Nevada (montagnes neigeuses) et va se jeter dans l'Océan au port de San-

Francisco. Son cours, à peu près Est-Ouest, a de 85 à 90 lieues de long.

Les paillettes d'or de la Californie sont beaucoup plus larges que celles qui proviennent des lavages de l'Oural et des lavages du Brésil. Elles en diffèrent également par leur couleur rougeâtre qui permet de les distinguer à la première vue; leur composition, d'après l'analyse qu'en a fait M. Rivot, est :

Or.	90,70	99,88 (1)
Argent. . . .	8,80	
Fer.	0,38	

Les terres de la vallée du Sacramento sont légères; au toucher elles sont assez douces, toutefois la friction y fait distinguer quelques parties maigres; leur couleur est d'un brun clair; le microscope apprend qu'elles sont presque entièrement siliceuses; les petits fragments qui les composent sont anguleux et transparents; ils s'agglomèrent assez facilement sous forme de grumeleaux, et simulent par leur couleur et leur transparence une masse saline; à l'œil nu on n'y aperçoit que peu de grains distincts.

La pépite d'or remise à l'Ecole des mines pèse 47^{g},7415. Sa couleur est un peu rougeâtre; sa composition est du reste très-analogue à celle de l'or en paillettes; cette pépite adhère à du quartz blanc laiteux, dont la surface est usée à la manière des galets; elle a donc été soumise à un long frottement, toutefois elle a conservé sa forme générale, qui est celle d'une veine épaisse, plate et irrégulière.

La forme de cette pépite et la présence du

(1) Annales des mines, 4e série. t. XIV, p. 105, 1848.

quartz nous révèlent que dans ses gîtes primitifs l'or forme des veinules à gangue quartzeuse.

Les fragments schisteux qui existent dans l'alluvion de la vallée du Sacramento, nous font penser que les montagnes qui renferment les veines aurifères sont plutôt de schiste micacé que de granite proprement dit : cette conclusion ressort également de l'examen des sables aurifères lavés.

Nature des sables aurifères de la Californie.

La teinte générale de ces sables est noire; on s'aperçoit à la première vue que le fer oxydulé y domine, et que c'est ce minéral qui leur imprime sa couleur. J'ai en conséquence commencé par séparer le fer oxydulé au moyen du barreau aimanté; 3 grammes m'ont donné 1g,79 de fer oxydulé, ou 59,82 pour 100. Malgré la séparation de cette forte proportion de fer oxydulé, les sables avaient conservé encore leur couleur noire; ils étaient fortement enrichis en or, et l'on y remarquait des paillettes plus nombreuses.

Examinés au microscope, les sables restant après la séparation du fer oxydulé contenaient quelques cristaux octaèdres, les uns à faces miroitantes et peu altérées, les autres arrondis, mais encore brillants : ces cristaux, d'après leur forme et la couleur de leur poussière, paraissent appartenir au fer oxydulé titanifère; ils sont mélangés de cristaux aplatis que leur projection hexaèdre et leur poussière rouge font considérer comme du fer oligiste; enfin parmi les grains noirs on observe des fragments irréguliers mats, assez tendres, qui ont tous les caractères d'oxyde de manganèse.

Le fer oxydulé titanifère prédomine beaucoup dans cette seconde portion des sables, le manganèse y paraît au contraire assez rare. Cette seconde espèce de fer oxydulé se distingue nettement du

fer oxydulé séparé par le barreau aimanté; celui-ci, fragmentaire et terne, est souvent un peu rouilleux dans quelques parties.

Mélangé au fer oxydulé titanifère, on trouve, dans la seconde portion des sables de la Californie, beaucoup de cristaux de zircon blanc terminés à leurs deux extrémités; leurs formes très-nettes, représentées dans les *fig.* 1 et 2, *Pl. II*, sont: 1° des prismes carrés, surmontés d'un octaèdre à base carrée, placé sur les angles; 2° un prisme à huit faces M et h^1, dans lequel les faces M sont dominantes, surmonté d'un pointement à huit faces paraissant être a_2; la seconde variété de formes est surtout très-abondante. Ces cristaux sont généralement assez courts; leur parfaite diaphanéité, jointe à leur absence totale de couleur, les font prendre au premier abord pour du quartz; mais quand on compte le nombre de leurs faces, ce qui est très-facile pour beaucoup d'entre eux, on ne peut douter qu'ils n'appartiennent à un prisme à base carrée.

Malgré leurs faibles dimensions, la netteté de ces cristaux est telle qu'on peut mesurer l'incidence de plusieurs des faces; M. Descloizeaux a trouvé que l'angle de a_2 sur a_2 est de 147° 30′, qui ne diffère que de quelques minutes de la valeur de l'angle correspondant dans le zircon. J'ai également pu observer l'angle des faces a_2 sur a_2 et M sur a_2 dans des cristaux de zircon de la Nouvelle-Grenade (*fig.* 3, *Pl. II*), dont je parlerai dans quelques lignes; j'ai obtenu pour leurs valeurs 133° et 149°, qui sont très-rapprochées des valeurs 133° et 148° 7′ données par Phillips pour les mêmes angles.

Une remarque qui me paraît intéressante, au

moins au point de vue de la puissance de la cristallisation, c'est que les cristaux de zircon sont très-souvent pénétrés d'autres cristaux disposés d'une manière irrégulière, mais qui y sont entièrement renfermés, ainsi qu'on l'observe pour les aiguilles de titane dans le cristal de roche : ces cristaux, souvent d'un blanc-laiteux ou même incolores, se dessinent parfaitement sous le microscope par la manière différente dont ils sont éclairés ; quelques-uns sont d'un rouge-hyacinthe.

Le zircon blanc, si abondant dans les sables de la Californie, est généralement rare ; je rappellerai qu'il existe avec quelque abondance dans le Zillerthal en Tyrol, ainsi qu'à Brévig en Norwège.

Les sables de la Californie contiennent encore du quartz hyalin incolore et du quartz hyalin enfumé : ce quartz constamment fragmentaire se distingue facilement à sa cassure vitreuse et conchoïde ; on y remarque enfin quelques fragments d'un bleu clair qui ne peuvent appartenir qu'à du corindon.

Les grains de sable lavé ont généralement $0^m,00005$ de long sur $0^m,00001$ de diamètre. Ces dimensions permettent de les isoler, ou du moins de les grouper facilement sous le microscope ; j'ai profité de cette circonstance pour établir approximativement la proportion des éléments que je viens de signaler ; il m'a suffi pour cela de les compter : dans une première opération, j'ai opéré sur 560 grains ; dans la seconde, sur 352 ; la moyenne de ces deux opérations m'a donné les résultats suivants :

Fer oxydulé obtenu par le barreau aimanté. .	59,82
Id. titanifère, fer oligiste, avec trace de manganèse oxydé.	16,32
Zircon.	9,20
Quartz hyalin.	13,70
Corindon.	0,67
Or (1).	0,29
	100,00

La différence qui existe dans la grosseur et la forme des grains, celle que présente la pesanteur spécifique de chacun des éléments dont se composent les sables aurifères de la Californie, doivent faire considérer ces proportions comme ne donnant qu'une approximation grossière de leur composition, toutefois elles correspondent assez bien à l'appréciation qu'on en fait à la simple vue, et offrent de l'intérêt par les indications qu'elles fournissent sur la nature du terrain aurifère. On remarquera en outre que la pesanteur spécifique des sables de la Californie est de 4,37, et que le fer oxydulé pèse 5,09 : ces nombres concordent assez exactement avec la composition que l'on vient d'indiquer.

L'état cristallin du fer oxydulé titanifère et des zircons montre que les terrains anciens dont la destruction a produit le diluvium aurifère de la vallée du Sacramento ne sont pas éloignés, et tout conduit à le considérer comme appartenant à la chaîne des montagnes neigeuses. La parfaite conservation de ces cristaux, et surtout la circonstance particulière d'être terminés à leurs deux extrémités, nous fait en outre conjecturer que ces roches

(1) La richesse en or a été déterminée au moyen d'un essai par la voie sèche.

sont schisteuses; dans les granites, en effet, les cristaux adhèrent à la roche et ne présentent qu'un sommet; dans les roches schisteuses, au contraire, les cristaux très-fréquemment couchés dans le sens de la stratification sont complets : tels sont les staurotides et les disthènes du Saint-Gothard, disséminés dans le schiste talqueux, les macles de Coray en Bretagne, et surtout les petits cristaux de tourmaline si fréquents dans les schistes micacés du Morbihan. Il y a donc tout lieu de croire que les montagnes neigeuses qui forment la limite Ouest de la Californie sont en grande partie de schiste micacé et de schiste talqueux.

L'intérêt que m'a présenté l'examen des sables aurifères de la Californie m'a fait naître le désir de les comparer à du sable aurifère de plusieurs localités, et j'ai fait une étude comparative des sables aurifères de la Nouvelle-Grenade, que m'a remis M. Amédée Burat, et des sables de l'Oural rapportés par M. Le Play.

Sable de la Nouvelle Grenade.

Les sables de la Nouvelle-Grenade ont été recueillis dans la vallée du Rio-Dolce, située dans la province d'Antioquia; ils sont presqu'entièrement cristallins comme ceux de la Californie; la forme des cristaux de fer oxydulé titanifère et de zircon est même encore mieux conservée. Ces sables sont plutôt gris que noirs, aussi le barreau aimanté ne m'a-t-il donné, sur $6^{g},70$ de sable, que $2^{g},30$ de fer oxydulé, ou 34,35 pour 100. Il est resté, après cette première opération, un sable composé de fer oxydulé titanifère, de fer oligiste, de zircon et de quartz. Les deux premiers minéraux, quoique très-abondants, ne sont pas à beaucoup près dominants comme dans le sable précédent; je n'ai pas ici compté les grains, la petitesse de beaucoup d'entre

eux rendait cette opération difficile, j'ai simplement estimé la composition à la vue, en séparant autant que possible, sous le microscope, les grains de nature différente. D'après cette évaluation, ils seraient composés de :

Fer oxydulé attirable obtenu exactement....	34,35
Fer oxydulé titanifère et fer oligiste.......	15,00
Zircon..................	20,00
Quartz....................	25,00
Corindons....................	1,00
Roches d'un gris-jaunâtre, opaque, probablement quartz, pyrites de fer et or......	4,65
	100,00

Parmi les cristaux de fer oxydulé titanifère et de fer oligiste, un certain nombre ont conservé des formes facilement appréciables; ils ont en général beaucoup d'éclat; les cristaux de zircon, pour la plupart très-nets, sont fréquemment terminés à leurs deux extrémités; ils possèdent la couleur rouge-orange propre à ce minéral. Ces cristaux sont beaucoup plus allongés que ceux des sables de la Californie; leurs formes, quoique les mêmes, en diffèrent cependant essentiellement par la différence d'extension des faces h^1 et a_2, ainsi que le représente les *fig.* 3, 4 et 5, *Pl. II :* ce sont des prismes carrés h^1 surmontés du dioctaèdre a_2 très-allongé, et terminé par des facettes b^1 très-courtes : on aperçoit ces dernières, dans la projection des cristaux, seulement par une pointe obtuse qui les termine.

Le quartz, presque toujours fragmentaire, est peu roulé; on y observe même quelques cristaux terminés à leurs deux extrémités.

On peut dire, en général, que le sable aurifère de la Nouvelle-Grenade est moins roulé que celui

de la Californie ; ce qui fait présumer qu'il provient de moins loin. Effectivement, en comparant la distance des Andes à la vallée du Rio-Dolce, on ne trouve qu'un éloignement de vingt lieues, tandis que nous avons vu que la vallée du Sacramento avait près de cent lieues de cours. Les sables de la Nouvelle-Grenade sont moins riches en fer oxydulé que ceux de la Californie; ce qui pourrait tenir à ce que leur lavage a été poussé moins loin : ce sont là les seules différences que l'on observe. Leur composition est au contraire identique; on peut en conclure que les montagnes qui les ont produits par leur dénudation sont de même nature, et que les Andes, sur une longueur de plus de 1.200 lieues, présentent une identité complète : la régularité de cette chaîne qui forme partout la barrière du grand Océan donnait naturellement cette idée (1); mais la constatation du fait matériel n'en est pas moins intéressante, et l'étude des sables nous montre cette identité jusque dans des détails que le géologue n'est pas toujours à même d'observer; car les minéraux qu'ils contiennent sont disséminés d'une manière inappréciable dans la roche, tandis que les phénomènes diluviens les ont à la fois

(1) J'ai annoncé que la circonstance particulière que présentent les cristaux de zircon de la Californie d'être terminés à leurs deux extrémités me conduisait à penser que les roches auxquelles ils appartenaient étaient schisteuses. Cette conclusion doit naturellement s'appliquer au gisement aurifère de la Nouvelle-Grenade. M. Boussingault, à la lecture de ce mémoire devant l'Académie, a fait remarquer que d'après ses observations les montagnes de la Nouvelle-Grenade étaient en grande partie composées de syénite et de porphyre, et que les terrains

isolés de la roche et concentrés dans un terrain meuble offrant un moyen facile de les étudier.

Sables de l'Oural. J'ai examiné deux variétés de sable de l'Oural : l'une qui a été envoyée à M. Becquerel par le gouvernement russe et dont ce savant a remis des échantillons au Muséum d'histoire naturelle, l'autre recueillie par M. Le Play sur les lavages mêmes.

Le premier est sans doute un produit de lavage moins concentré que le second ; il contient seulement 10 p. 0/0 de fer oxydulé ; la plupart des fragments qui le composent sont quartzeux.

Le second renferme 22,12 p. 0/0 de fer oxydulé attirable au barreau aimanté.

M. Le Play, attaché à l'expédition scientifique de l'Oural, exécutée par M. Demidoff, m'a communiqué sur le lavage de ce sable des renseignements précieux qui me permettront plus loin de hasarder quelques conjectures sur la richesse du sable de la Californie. Cet ingénieur a fait de nombreuses expériences pour constater la richesse des lavages aurifères des sables de l'Oural ; il a reconnu que les lavages les plus riches donnaient 0,000 000 8, et qu'on traitait encore des sables dont la teneur en or était seulement de 0,000 000 1.

Le sable que M. Le Play m'a remis appartenait

---

de schiste micacé étaient exceptionnels. Cette remarque intéressante ne me paraît pas détruire la supposition que j'ai faite sur le gisement de l'or. Les porphyres jouent peut-être le rôle de roches enrichissantes et l'or aurait été introduit dans les schistes micacés qui seraient en contact avec eux. Ce serait analogue à ce que l'on observe au Brésil, où l'or est en petites plaquettes et en veinules dans un schiste micacé qui porte tous les caractères d'une roche métamorphique.

à la première espèce; il avait été concentré de manière que 100 gr. de sable lavé provenaient de 3.200 kilog. de sable brut. Sa richesse en or était donc de 0,00256.

Le quartz, si abondant dans le sable remis par M. Becquerel, était comparativement rare dans celui-ci; il appartenait à trois variétés, savoir : du quartz hyalin incolore, du quartz améthyste et du quartz enfumé. Le minéral le plus abondant paraît être le fer oxydulé titanifère; il est noir à éclat brillant, un peu résineux; les grains sont généralement arrondis et sans forme, de sorte que je n'ai pu y distinguer de fer oligiste. Je crois, du reste, que si cet oxyde de fer existe dans ces sables, il est au moins très-rare, car je n'ai pu isoler de grains donnant la poussière rouge; j'ai remarqué des grains allongés ayant une forme prismatique grossière, qui m'a rappelé la mengite (fer oxydé titané), assez abondante, du reste, dans les montagnes de l'Oural.

On aperçoit distinctement des grains d'un jaune-verdâtre transparent, à chatoiement laiteux qui paraissent appartenir à de la cymophane. J'ai vu également quelques cristaux de zircon blanc dont les formes étaient appréciables, quoique les arêtes en fussent fortement émoussées; les faces de l'octaèdre b^1 dominent beaucoup et les cristaux en sont surbaissés.

Les grains de cette variété de sable de l'Oural sont généralement très-arrondis et portent, par conséquent, les traces d'un frottement long et peut être d'un transport assez éloigné. Leurs dimensions sont généralement assez uniformes, ce qui m'a permis d'en compter un certain nombre. Les proportions relatives que m'a données cette évaluation grossière sont les suivantes :

Fer oxydulé attirable obtenu par le barreau aimanté.	23
Fer oxydulé titanifère? mengite? etc.	50
Cymophane	10
Quartz hyalin de diverses variétés	14
Zircon	3
	100

Il existe en outre de la pyrite de fer, et je crois également de la pyrite de cuivre. J'ai trouvé que la pesanteur spécifique des sables de l'Oural est de 4,53, légèrement supérieure à celle des sables de la Californie, ce qui annoncerait qu'ils sont un peu plus riches en fer oxydulé et en fer oligiste que ceux-ci.

La composition des sables concentrés de l'Oural présente des différences notables avec ceux de l'Amérique; les derniers contenaient 59 p. o/o de fer oxydulé et les seconds seulement 23; ils offrent, au contraire, 50 p. o/o de fer titané, tandis que les autres n'en contiennent que 15 à 16 p. o/o; mais la différence la plus remarquable consiste dans la présence de la cymophane, qui y entre pour au moins 10 p. o/o.

Le zircon y est encore représenté, mais il n'y existe qu'en fort petite quantité; le quartz, qui est un des éléments essentiels de toute roche cristalline, s'y trouve avec une égale abondance. La proportion qu'on observe dans les sables aurifères concentrés n'est pas à beaucoup près celle qui existe dans l'alluvion brute; mais la pesanteur spécifique du quartz n'étant que de 2,7, tandis que celle du fer oxydulé est de 5,09, celle du zircon de 4,50, de la cymophane 3,68, la plus grande partie du quartz doit être éliminée aussitôt qu'on pousse le lavage un peu loin.

Sables du Rhin. J'ai enfin examiné un sable aurifère de la vallée du Rhin, qui a été donné à la collection du Muséum

d'histoire naturelle par M. Ménard de la Groye : le lieu exact d'où ce sable provient n'est pas indiqué, on ne connaît pas non plus son degré de concentration ; il doit être assez faible, à en juger du moins par la proportion de fer oxydulé que le barreau aimanté a séparé, qui ne s'élève pas tout à fait à 2 p. o/o. Le sable restant contient encore des grains noirs brillants analogues au fer titané ; la proportion en est faible ; je ne l'ai pas calculée, mais je ne crois pas qu'elle dépasse plus de 3 ou 4 p. o/o. Le quartz est non pas la partie dominante, mais l'élément presque absolu, et on peut l'évaluer au moins à 90 p. o/o ; il est constamment hyalin, mais de couleur variée, incolore, enfumé, jaune de topaze foncé et rose : cette dernière variété est abondante. On distingue au milieu de cette multitude de grains de quartz quelques cristaux de zircon blanc ; leurs arêtes sont émoussées, tandis que le quartz est en fragments anguleux : la différence remarquable entre l'usure des cristaux de zircon et des grains de quartz pourrait peut-être annoncer le mélange d'alluvions de différentes époques.

Je n'ai observé de spinelle dans aucun des sables aurifères que j'ai examinés; cette absence est-elle fortuite ou serait-elle au contraire le résultat d'une cause générale? Je serais porté à adopter cette dernière opinion ; j'ai en effet trouvé du spinelle en abondance dans les sables stannifères de Pyriac, j'en ai également vu dans le Cornouailles; peut être pourrait-on en conclure que ce minéral appartient à des roches cristallines plus anciennes que celles qui renferment les gisements d'or.

J'ai annoncé que la connaissance exacte de la richesse en or des sables de l'Oural nous permettrait d'émettre une conjecture sur la richesse des

sables de la Californie. En effet, la densité de ces sables étant très-rapprochée, 4,37 et 4,53, on peut admettre que l'opération du lavage a concentré les sables dans des proportions à peu près égales. Or le sable lavé de l'Oural contient 0,00256 d'or; l'essai du sable lavé de la Californie nous a donné 0,00290 pour sa richesse; celle-ci, quoique supérieure à la précédente, s'en rapproche notablement. On possède encore quelques renseignements qui vérifient en quelque sorte cette hypothèse: la Russie a produit en 1847 une quantité d'or évaluée à 77 millions de francs; le nombre d'ouvriers employés au lavage de l'or dans cet empire est de 50.000 environ. D'après les documents publiés sur la Californie soit par les journaux américains, soit par les journaux anglais, il paraîtrait que la production en or s'est élevée de 4 à 5 millions de dollars ou de 20 à 25 millions de francs (1); le nombre de travailleurs est de 15 à 16.000; or 25 millions sont à peu près le tiers de 77, comme 16.000 seraient le tiers de 50. Ainsi le même nombre d'ouvriers produirait à peu près la même quantité d'or; il y aurait alors d'une part analogie entre la richesse des sables lavés de l'Oural et de la Californie, et une production semblable par ouvrier; il est donc naturel de penser que le diluvium aurifère de la Californie se présente sous le rapport de la richesse dans des conditions analogues aux lavages d'or de l'Oural.

La découverte importante du gisement de la Californie peut, dans les premiers moments, donner

(1) Cette évaluation paraît être un maximum. On trouve en effet, dans le *Times* du 25 septembre dernier, que l'or provenant de la Californie reçu aux monnaies des Etats-Unis et de Londres monte à peine à 10 millions de francs.

de grands bénéfices, soit parce que les premiers chercheurs sont tombés sur des placers extrêmement riches, ou par toute autre cause fortuite; mais bientôt il s'établira une moyenne de produits qui donneront à cette industrie sa valeur réelle.

La quantité d'or donnée par les mines de Russie est officiellement connue; elle permet d'évaluer approximativement ce qu'un ouvrier exploite journellement d'or; il suffit de diviser le nombre 77.000 par 50.000 : on trouve par ce calcul que chaque ouvrier produit annuellement une quantité d'or correspondant à 1.540 fr. En admettant à cause des circonstances locales que les ouvriers ne travaillant que 200 jours par an, le produit journalier brut d'un ouvrier est donc de 7f,70 en or.

Lorsque l'on compare l'exploitation des mines d'or à l'industrie du fer, on remarque que l'avantage est tout en faveur de cette industrie : on trouve en effet dans les Comptes rendus des ingénieurs des mines pour 1847, que la production de la fonte et du fer s'est élevée en France pour cette année à une somme de 191 millions environ, et que le nombre d'ouvriers employés aux différents travaux des forges est de 33.000 (1). La valeur créée par chaque ouvrier a donc été dans cette année de 5.788 fr. Les chômages fréquents qui existent dans les travaux du fer, soit par la rareté

(1) Nombre des ouvriers employés à la production du fer. (Comptes rendus des ingénieurs des mines, 1847, p. 59) :

Employés à l'extraction des minerais. . . .	15.000
Id. au travail des hauts-fourneaux. . .	5.000
Id. aux forges.	13.000
	33.000

du bois ou la suspension momentanée des forces motrices, nous conduisent à penser que chaque ouvrier travaille au plus 250 jours par an.

Le produit journalier serait dans cette supposition de 23f,15; il serait encore de 19f,25, en admettant 300 jours de travail par an. Pour établir une comparaison exacte entre les avantages de l'exploitation de l'or et du travail du fer, il serait nécessaire d'y introduire la valeur du capital engagé dans chacune de ces industries. Nous ne possédons pas de documents assez complets pour le faire, mais nous savons que le travail du fer exige des dépenses en matériel et en combustible beaucoup plus considérables que le lavage de l'or. Toutefois il nous paraît certain que la valeur créée par chaque forgeron est au moins égale à celle produite par l'orpailleur.

Les évaluations qui précèdent, quelque erronées qu'on les suppose, me paraissent cependant devoir faire penser que le gisement de l'or de la Californie se présente à peu près dans les mêmes conditions que les autres gisements connus.

Les avantages en seront analogues, et ils dépendront entièrement du prix de la main-d'œuvre, attendu que dans l'exploitation des sables aurifères les dépenses consistent presque exclusivement dans le transport et le lavage des terres; dans tous les cas ils ne sauraient être extrêmement considérables, le produit brut, par ouvrier, ne pouvant être évalué à plus de 9 ou 10 fr. par jour. La découverte de l'or en Californie ne produira donc pas la révolution que l'on a supposée dans l'industrie minérale; mais elle sera, pour ce nouvel Etat de l'Union américaine, une source de richesse et de civilisation.

ANALYSE

De différents échantillons d'or de la Californie.

Par M. RIVOT, ingénieur des mines,
directeur du laboratoire de l'École des mines.

Ces échantillons ont été donnés par M. le ministre des travaux publics à la collection minéralogique de l'École de mines.

Trois des échantillons contiennent l'or en paillettes irrégulières, petites, très-aplaties, d'une couleur jaune un peu rougeâtre, ayant à peu près la même composition, mais non pas la même densité.

La quatrième est une petite forme allongée, irrégulière, dont les angles sont arrondis comme ceux d'un caillou roulé. On remarque du quarz hyalin adhérant à l'or. La couleur est encore jaune-rougeâtre. On a déterminé la densité et la composition sur environ 1 gramme de métal coupé au ciseau.

Les provenances des quatre échantillons sont les suivantes :

1° Or en paillettes, de la rivière américaine, à douze lieu du Sacramento ;

2° Or en paillettes de la rivière américaine, à quatre lieues de son embouchure, vallée du Sacramento ;

3° Or en paillettes de la rivière des Plumes ;

4° Pépite trouvée dans la vallée du Sacramento.

Tous ces échantillons renferment de l'or, de

l'argent et une trace de fer. J'ai réuni les densités et les compositions dans le tableau suivant :

	n° 1.	n° 2.	n° 3.	n° 4.
Densités. . .	15,70	16,65	17,55	16,236
Or.	0,909	0,914	0,891	0,930
Argent. . . .	0,087	0,085	0,105	0,067
Fer.	0,002	traces.	0,002	traces.
	0,998	0,999	0,998	0,997

RECHERCHES

Sur la production artificielle de quelques espèces minérales cristallines particulièrement de l'oxyde d'étain, de l'oxyde de titane et du quartz. Observations sur l'origine des filons titanifères des Alpes.

Par M. A. DAUBRÉE, Ingénieur des mines.

Pour arriver à reconnaître les phénomènes chimiques qui ont présidé à la formation des espèces minérales, et, par suite, pour éclairer l'histoire chimique du globe, un des moyens les plus efficaces consiste sans contredit à chercher à imiter artificiellement les minéraux. C'est la voie qui a été ouverte par la mémorable expérience de Sir James Hall sur la cristallisation du calcaire sous l'influence de la chaleur, ainsi que par les nombreuses expériences de M. Berthier et de M. Mitscherlich sur la formation des silicates. Depuis lors ont paru, comme principales recherches faites dans le but d'imiter divers minéraux cristallisés, les expériences électrochimiques dues à M. Becquerel, la manière de produire l'arragonite par M. Gustave Rose, la méthode ingénieuse de M. Ebelmen pour obtenir par voie sèche des substances infusibles sous forme cristalline, enfin les expériences de M. Haidinger sur la formation de la dolomie, et celles de M. de Sénarmont qui, comme celles du savant minéralogiste de Vienne, se font par voie humide et sous une forte pression. But du mémoire.

En partant de l'étude du gisement des oxydes

d'étain et de titane dans une certaine classe de filons, et des réactions auxquelles ces minéraux paraissent devoir naissance, j'ai été amené par induction à un procédé différent de ceux qui viennent d'être rappelés, et par lequel on obtient sous forme de cristaux les oxydes d'étain et de titane, substances que l'on n'a encore pu produire qu'à l'état amorphe par les procédés employés jusqu'à ce jour. C'est ainsi que par une double voie, par l'analyse, puis par la synthèse, on arrive à découvrir avec un grand degré de probabilité les réactions auxquelles sont dus les filons stannifères et titanifères.

Ce mémoire est divisé en deux parties; la première contient les résultats des expériences que j'ai faites sur la formation des espèces minérales dont il s'agit; dans la seconde partie, en m'appuyant sur ces expériences, je cherche à expliquer quelques faits géologiques, particulièrement la formation des petits filons titanifères des Alpes.

1° *De la production de l'oxyde d'étain, de l'oxyde de titane et du quartz sous forme cristalline; dimorphisme de l'oxyde d'étain.*

Conclusion théorique à laquelle amène l'étude des amas de minerai d'étain.

Dans un mémoire auquel l'Académie des sciences a bien voulu accorder son approbation, en 1841 (1), j'ai cherché à montrer que le fluor a joué un rôle générateur dans la formation des amas stannifères. Outre l'étain oxydé, ces amas sont susceptibles de contenir généralement le quartz libre, des silicates fluorés tels que le mica, le lépidolite, la topaze, des silicates borés comme

(1) Du gisement, de la composition et de l'origine des amas de minerai d'étain. (Annales des mines, 3e série, t. XX, p. 65.)

la tourmaline et l'axinite, et souvent aussi l'apatite qui est un fluo-phosphate.

Les principales circonstances du gisement et de la composition des veines stannifères se trouvent expliquées, si l'on admet que des vapeurs de fluorure d'étain, de fluorure de silicium, de fluorure de bore, de fluorure de phosphore arrivant des profondeurs ont subi, à une température élevée, des décompositions sous l'influence de la vapeur d'eau et des roches encaissantes; de cette élaboration, dont les fluorures auraient formé comme le germe, sont résultés probablement les amas stannifères.

Réalisation par l'expérience. Décomposition du perchlorure d'étain par la vapeur d'eau.

Cette idée, qui a été généralement admise par les géologues (1), lorsqu'elle était seulement appuyée par une série d'observations relatives à la structure et à la décomposition des amas stannifères, se trouve maintenant confirmée par l'expérience. Car en imitant le procédé de la nature que j'ai signalé, j'obtiens l'oxyde d'étain cristallisé; seulement, au lieu d'opérer sur le fluorure, dont la préparation exige des appareils qui ne sont pas à ma disposition, je me suis servi du chlorure. La grande analogie des fluorures et des chlorures permet d'étendre les résultats obtenus sur ces derniers aux fluorures correspondants.

Pour la réalisation des expériences que j'ai eu à faire, j'ai été aidé par l'obligeante coopération de M. Eugène Oesinger, élève de la Faculté des sciences de Strasbourg.

Si l'on fait passer dans un tube de porcelaine chauffé au rouge-blanc deux courants, l'un de

(1) Élie de Beaumont. Note sur les émanations volcaniques et métallifères. (Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. IV, p. 1249.)

vapeur de perchlorure d'étain, l'autre de vapeur d'eau, la décomposition mutuelle en acide stannique et en acide hydrochlorique se fait avec la plus grande facilité. L'intérieur du tube de porcelaine, vers l'extrémité par laquelle arrivent les deux courants de vapeurs, se tapisse de petits cristaux très-éclatants d'oxyde d'étain. La partie centrale qui est fortement chauffée est dépourvue de tout dépôt; à l'autre extrémité du tube par laquelle sortent les vapeurs, il ne se trouve que de l'oxyde d'étain amorphe; ce dernier dépôt amorphe se fait surtout abondamment dans le tube en verre qui est adapté à la suite du tube de porcelaine.

J'ai varié l'expérience précédente en faisant arriver le perchlorure d'étain dissous dans un courant d'acide carbonique bien sec, au lieu de vaporiser ce premier corps par l'action de la chaleur seule. Cette fois encore l'entrée du tube s'est recouverte de cristaux fort nets d'oxyde d'étain. Mais au lieu d'avoir de très-petits cristaux isolés, comme dans le premier cas, j'ai obtenu de petites boules, de la grosseur d'une forte tête d'épingle qui étaient hérissées de cristaux que l'on pouvait facilement étudier à la loupe.

Caractères de l'oxyde d'étain cristallisé artificiellement.

Les cristaux d'oxyde d'étain obtenus dans les deux expériences qui viennent d'être indiquées sont incolores et transparents, si l'on excepte ceux qui sont accidentellement colorés en brun-verdâtre; ils sont doués de l'éclat adamantin que l'on connaît aux cristaux naturels. Leur dureté est telle qu'ils raient le verre avec facilité. Par ces deux derniers caractères ils se rapprochent tout à fait de l'étain oxydé de la nature, mais ils ne sont pas colorés comme celui-ci par la présence de l'oxyde ferrique.

De même que l'oxyde de la nature, ils sont infusibles au chalumeau; quand ils sont chauds, ils prennent une nuance jaune-serin, et, par le refroidissement, ils redeviennent incolores. Avec addition de soude, on en obtient facilement un globule d'étain. Ils sont inattaquables par les acides.

J'ai trouvé pour leur densité le nombre 6,72.

Les cristaux obtenus, quoique très-petits, ont des faces et des arêtes parfaitement nettes. **Forme cristalline.**

Ces cristaux consistent en prismes rhomboïdaux droits qui sont toujours très-aplatis, suivant une des dimensions horizontales, par la modification *h* (*Pl. II*, *fig.* 6 et 7), laquelle ordinairement a une grande extension. Les bases du prisme primitif n'existent pas; chacune d'elles est remplacée par une paire de biseaux symétriquement placés; ces biseaux sont formés par les faces *e*; outre les faces *e* des biseaux dont il s'agit, les cristaux portent des petites faces de troncatures obliques qui reposent symétriquement sur deux des arêtes verticales du prisme primitif. Celles-ci sont remplacées ordinairement par de petites troncatures h^1.

En raison de l'extrême petitesse de ces cristaux, leurs angles sont difficiles à mesurer. M. Pasteur, qui, dans ses recherches cristallographiques sur les tartrates, a acquis l'habitude de manier de très-petits cristaux, a bien voulu m'aider à la détermination des angles des faces *e*, les seules que l'on ait jusqu'à présent pu mesurer; le résultat des mesures prises au goniomètre de Wollaston est:

e en avant sur *e* en arrière. . 133°
e en avant sur *e* en avant. . . 89°

d'où il résulte par le calcul que l'angle formé par les deux arêtes A, le plus remarquable quand on

examine les cristaux au microscope, est de 77°.52 (Par la mesure directe des angles des cristaux placés sous l'oculaire du microscope, il avait déjà été reconnu que cet angle est très-voisin de 75°. L'angle B des deux arêtes est de 88°.30.

Dimorphisme de l'oxyde d'étain. La détermination qui précède amène à ce résultat remarquable que les cristaux artificiels de l'oxyde d'étain dérivent du prisme rhomboïdal droit; ils n'appartiennent donc pas au même système que l'oxyde d'étain naturel, qui se rapporte à l'octaèdre droit à base carrée. L'oxyde d'étain constitue par conséquent un nouveau cas de dimorphisme.

Isomorphisme de l'étain oxydé rhombique avec la brookite. L'une des trois espèces naturelles de titane oxydé, la brookite cristallise sous la forme du prisme rhomboïdal droit. En outre les cristaux de ces deux substances présentent la plus grande ressemblance dans leurs modifications et dans leur physionomie. Ainsi la forme de la brookite représentée dans la minéralogie de M. Dufrénoy, *Pl. XCV*, *fig.* 262, offre la disposition des cristaux rhomboïdaux d'oxyde d'étain, si ce n'est que ces derniers ne portent pas l'indication P de la base. De même que les cristaux de brookite, les cristaux rhomboïdaux d'oxyde d'étain présentent des stries longitudinales parallèles aux arêtes du prisme primitif.

Ce qui complète la similitude, c'est que l'angle des deux faces *e* est de 133° dans l'étain oxydé rhomboïdal. Or, d'après Levy, les faces *e*, de la brookite, qui paraissent être les homologues des faces *e* de l'étain, forment un angle de 134°.

Ainsi, quoique la petitesse des cristaux de l'étain oxydé artificiel que j'ai obtenus ne m'ait pas encore permis de prendre toutes les mesures, il n'est pas douteux, d'après l'identité frappante

de physionomie des cristaux des deux substances et d'après les valeurs d'angles déjà connues, que l'acide stannique rhomboïdal ne soit isomorphe avec la brookite.

D'après les recherches de M. Henri Rose (1), la brookite, de même que le rutile et l'anatase, ne consiste qu'en acide titanique ordinairement mélangé d'oxyde ferrique, de sorte que l'acide titanique de la nature présente le cas, jusqu'à présent unique dans le règne minéral, de trimorphisme. Depuis longtemps on a reconnu que l'oxyde d'étain de la nature est isomorphe avec le rutile : les résultats qui viennent d'être exposés apprennent en outre que les deux formes primitives de l'acide stannique correspondent exactement à deux des formes de l'acide titanique.

Correspondances des deux formes primitives de l'oxyde d'étain avec deux des formes de l'oxyde de titane.

On sait que les carbonates de chaux, de magnésie, de manganèse, de fer, de zinc, de baryte, de strontiane et de plomb forment deux séries isomorphes entre elles; ces deux séries, dont l'une appartient à un rhomboèdre, l'autre à un prisme rhomboïdal droit, sont reliées entre elles par les deux formes de la chaux carbonatée, et aussi, comme M. Dufrénoy l'a montré, par les deux formes du fer carbonaté. Cette correspondance remarquable peut faire supposer, dit M. Dufrénoy, que les deux formes qui appartiennent à une même combinaison chimique ont une relation entre elles, et qu'elles sont comme les deux racines d'une équation du second degré.

L'isomorphisme des deux formes de l'acide stannique avec deux des formes de l'acide tita-

(1) Poggendorff's Annalen, t. LXI, p. 154; Annales de Physique et de Chimie, 3e série, t. XII, p. 176.

nique fournit un nouvel exemple remarquable de la relation géométrique qui unit en général les deux formes primitives d'un corps dimorphe.

Différence de densité des cristaux d'oxyde d'étain des deux systèmes.

La densité de l'oxyde d'étain naturel cristallisé varie de 6,80 à 6,96. Comme l'oxyde de fer, qui y est ordinairement mélangé, pris isolément a une densité inférieure à ce chiffre, il est probable que si les cristaux étaient purs, leur densité ne serait pas inférieure à ce chiffre.

La densité de l'oxyde d'étain rhombique, qui est de 6,72, est donc inférieure à celle de l'étain oxydé tétragonal.

D'un autre côté, la densité de la brookite varie de 4,128 à 4,167; celle du rutile de 4,291, d'après M. Henri Rose. Dans les deux substances isodimorphes dont il s'agit, la forme du prisme carré correspond donc à une agrégation moléculaire plus dense que la forme du prisme rhomboïdal droit.

Le dimorphisme qui sépare l'oxyde d'étain artificiel de l'oxyde d'étain naturel ne correspond probablement pas à des modes de génération très-différents.

De ce que l'oxyde d'étain obtenu par l'action de la vapeur d'eau sur la vapeur de perchlorure d'étain, n'a pas la même forme cristalline que l'oxyde d'étain naturel, on ne doit pas conclure que ces deux systèmes cristallins correspondent à des modes de génération très-différents l'un de l'autre. Car dans l'Oisans, et en Suisse, près d'Amstaeg, les mêmes veines et quelquefois les mêmes échantillons renferment au moins deux des espèces d'acide titanique, l'anatase et la brookite; des circonstances très-voisines l'une de l'autre peuvent donc amener le changement d'equilibre moléculaire que décèlent les deux formes de l'acide titanique: le même fait, qui s'observe dans beaucoup d'autres cas de dimorphisme artificiel, est probablement applicable à l'acide stan-

nique. D'ailleurs, en opérant sous la pression ordinaire, on ne peut prétendre imiter complétement les circonstances dans lesquelles ont cristallisé les minéraux des filons stannifères.

Différence entre le gisement de l'étain concrétionné et celui de l'étain cristallisé.

L'étain concrétionné, dit *étain de bois*, que l'on trouve en Cornouailles et au Mexique, ne se rencontre en général que dans les alluvions, et paraît résulter de la destruction de la région supérieure du *chapeau* des gîtes; cette variété amorphe d'oxyde d'étain s'est par conséquent déposée près des affleurements, là où la vapeur était sans doute déjà condensée par l'abaissement de température dû au voisinage de l'atmosphère; l'étain concrétionné est représenté, dans les expériences exposées plus haut, par les croûtes d'oxyde d'étain amorphes qui se déposent dans le prolongement du tube de porcelaine.

Cristallisation artificielle de l'oxyde de titane.

Avant de commencer à expérimenter sur le chlorure de titane, j'avais été amené, d'après l'étude du gisement sur lequel nous reviendrons plus loin, à reconnaître comme très-probable que dans certaines contrées l'acide titanique naturel, c'est-à-dire le rutile, l'anatase et la brookite, ont été produits dans les mêmes circonstances que l'oxyde d'étain des amas stannifères.

De même que le perchlorure d'étain, le perchlorure de titane était amené dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, conjointement avec la vapeur d'eau. Dans une première expérience le perchlorure a été vaporisé par la chaleur; dans une seconde, par la seule action de l'acide carbonique bien desséché; dans une troisième expérience la vaporisation a été déterminée à la fois par la chaleur et par l'acide carbonique.

L'opération relative au chlorure de titane exige plus de précautions que celle qui se fait sur le

chlorure d'étain, parce que les tubes de dégagement ont une tendance à s'obstruer d'acide titanique.

Par ces trois manières de procéder, j'ai obtenu, à l'entrée du tube de porcelaine, de l'acide titanique soit en petits grains cristallins, soit en mamelons hérissés de pointements cristallins parfaitement nets, mais de dimension microscopique. Ces cristaux, à en juger par leur extrémité libre, ont tout à fait la forme de l'acide stannique qui a cristallisé artificiellement dans les mêmes circonstances; le seul individu isolé que j'aie pu rencontrer se rapportait aussi tout à fait à cette même forme, qui est en même temps celle de la brookite. L'expérience, tout en donnant l'acide titanique cristallisé, confirme synthétiquement, ainsi que les recherches de M. Henri Rose l'ont fait connaître, que la brookite n'est autre chose que de l'acide titanique.

Cristallisation de l'acide silicique.

La relation intime des cristaux de quartz du Saint-Gothard et de l'Oisans avec le titane rutile et le feroligiste qui traversent ces cristaux, devait faire supposer que les cristaux de ces trois substances se sont formés dans les mêmes circonstances; c'est ce que j'avais d'ailleurs énoncé dans mon mémoire sur le minerai d'étain, où je disais qu'une partie de ce quartz paraît avoir été produit par la décomposition du fluorure de silicium. Le résultat des expériences faites sur la cristallisation des oxydes d'étain et de titane devait donc conduire à faire le même essai sur le chlorure silicique, qui se rapproche beaucoup des chlorures titanique et stannique. Le chlorure silicique et le fluorure silicique ont été en effet traités par les mêmes procédés que les chlorures d'étain et de titane.

Du chlorure silicique vaporisé à froid par un

courant d'acide carbonique, ayant été amené dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, la partie antérieure du tube s'est recouverte de silice à cassure vitreuse dont la surface mamelonnée, rappelait en petit la configuration d'une eau agitée par le vent. Dans ce dépôt de silice mamelonné il se trouve des écailles minces, hérissées d'une multitude de petites faces cristallines microscopiques, mais fort nettes, parmi lesquelles on remarque des faces triangulaires comme celles du quartz.

Dans une autre expérience, je me suis servi d'une cornue en terre, dans le col de laquelle était engagé le tube de porcelaine qui recevait la vapeur des deux corps; la cornue était chauffée au blanc, mais la réaction s'étant faite complétement dans le tube, la cornue ne renfermait qu'un mince enduit pulvérulent de silice, de sorte qu'elle n'a pas servi à obtenir une meilleure cristallisation que dans le tube, comme on pouvait l'espérer. La silice s'est déposée sur les parois du tube en masses vitreuses, mais amorphes.

Le fluorure silicique étant facile à obtenir, je l'ai aussi soumis à la réaction de la vapeur d'eau dans un tube chauffé au rouge-blanc; je n'ai obtenu dans ce tube que de la silice formant un enduit à structure fibreuse; cette silice ressemble, par son état fibreux, à celle qui adhère aux masses de fer que l'on recueille quelquefois près du creuset de certains hauts-fourneaux, par exemple à Hayange, et à Schœnau, dans la Bavière rhénane.

Dans une autre expérience, en faisant arriver par deux tubes opposés le fluorure silicique et la vapeur d'eau, dans un creuset chauffé au blanc auquel était adapté un tube de dégagement, je n'ai obtenu que du quartz en petits grains vitreux et amorphes.

D'après les essais qui viennent d'être exposés, la silice peut s'obtenir en masses cristallines quand on décompose le chlorure silicique par la vapeur d'eau à une température élevée. Mais la cristallisation est incomparablement plus difficile à obtenir que celle de l'acide titanique, et à plus forte raison que celle de l'acide stannique; pour ce dernier, il cristallise avec la plus grande facilité.

Température peu élevée à laquelle la cristallisation s'opère dans les expériences qui précèdent.

Dans les expériences dont je viens d'indiquer les résultats, les cristaux d'acide stannique, d'acide titanique et d'acide silicique ont été déposés vers l'extrémité du tube de porcelaine, dans la partie qui était extérieure au fourneau, et à une température à laquelle le liége ne s'altère que peu, c'est-à-dire à une température inférieure à 300°.

Cause de la variation de nature du dépôt suivant la longueur du tube de porcelaine.

Les cristaux ne se sont déposés en masses cristallines qu'à l'entrée du tube de porcelaine; la partie moyenne qui était la plus chauffée en était dépourvue; à l'autre extrémité du tube est un dépôt de la substance, mais ce dernier dépôt est toujours amorphe. Ces différences dans la manière d'être du dépôt s'expliquent facilement. La réaction se fait complétement à l'entrée du tube quand les deux vapeurs arrivent dans les proportions atomiques. Mais tantôt la vapeur d'eau, tantôt la vapeur de chlorure prédominent à l'extrémité du tube; l'eau, qui, dans le premier cas, va se condenser à l'extrémité du tube, sert à décomposer le chlorure qui peut passer en excès dans d'autres instants de l'opération.

Uniformité du dépôt dans une même section transversale du tube.

On peut encore observer que le dépôt cristallin se fait à peu près uniformément sur toute la périphérie du tube, dans une même section transversale. Cela n'a pas lieu quand un dépôt se fait par voie mécanique; ainsi, si on insuffle dans le

tube de la silice en poudre impalpable, telle qu'on l'obtient par l'une des opérations précédentes, cette silice se dépose surtout à la partie inférieure du tube, tandis que l'action de la pesanteur se fait à peine sentir sur le dépôt formé par voie chimique. Une disposition comparable à cette dernière s'observe dans les filons métallifères, et dans d'autres gisements naturels où il s'est fait des dépôts par voie chimique.

Enfin, ce qui caractérise encore ces dépôts formés par voie chimique, c'est leur extrême adhérence aux parois des tubes; les cristaux d'oxyde d'étain, quoique déposés à une température inférieure à 300°, et par conséquent beaucoup au-dessous de celle à laquelle ils seraient susceptibles de se ramollir, se fixent très-fortement aux parois du tube de porcelaine; l'adhérence est telle que l'on peut avec peine les enlever en grattant avec force à l'aide d'une lame d'acier. Si le tube, au lieu d'être formé d'une substance compacte comme la porcelaine, était poreux comme la plupart des roches, on verrait l'oxyde d'étain y pénétrer, ainsi qu'il est arrivé à certains minéraux métalliques et surtout à l'oxyde d'étain naturel, qui se sont infiltrés avec une grande facilité des filons dans les roches encaissantes. Les mineurs savent, en effet, que la roche adjacente aux filons d'étain est en général assez riche pour être exploitable et souvent même avec plus d'avantage que le filon même.

Forte adhérence des cristaux aux parois du tube.

2° *De l'origine des petits filons titanifères des Alpes.*

Plusieurs régions des Alpes, particulièrement le massif du Saint-Gothard et l'Oisans, sont con-

nues par les beaux cristaux de rutile, d'anatase et de brookite qu'elles fournissent.

Composition des petits filons titanifères du Saint-Gothard.

Au Saint-Gothard, les oxydes de titane se rencontrent dans des veines ou petits filons, qui contiennent en outre ordinairement du quartz en cristaux très-nets et très-limpides, du feldspath orthose, de la variété connue sous le nom d'*adulaire*, du feldspath albite désigné sous le nom de *péricline*, de la chlorite; cette dernière tantôt imprègne, tantôt saupoudre les minéraux qui viennent d'être désignés; le fer oligiste et le sphène sont fréquents dans les filons dont il s'agit; on y trouve aussi l'apatite (1), le mica, le spath fluor, la tourmaline, l'axinite, une variété de fer titané voisine de la crichtonite, la chaux carbonatée, la dolomie, le fer spathique, l'arragonite, enfin diverses zéolites telles que la stilbite, la heulandite, la prehnite, la chabasie, la mésotype et la laumonite. Dans une seule localité, M. Wiser a rencontré la pyrite de fer et l'oxyde de fer hydraté qui résulte de la décomposition de la pyrite.

Région sur laquelle s'étendent ces filons.

Les petits filons dont il s'agit, que pour abréger nous désignons sous le nom de filons titanifères, traversent le micaschiste, le gneiss et les autres variétés de roches schisteuses cristallines de cette partie des Alpes. Ils se retrouvent avec les mêmes caractères non-seulement dans tout le massif du Saint-Gothard (Gaveradi, Crispalt, Scopi, Taveda, Sella, Hospenthal), mais aussi dans les chaînons qui s'y rattachent, tels que la vallée de Tawetsch

---

(1) M. Wiser de Zurich a publié, dans le *Jahrbuch für Mineralogie von Leonhard und Bronn*, une série d'articles sur les minéraux de la Suisse, où les particularités de ces minéraux sont exposées avec beaucoup de détails.

dans les Grisons, et les vallées de Binnen et de Saas dans le haut Valais. Des filons titanifères se rencontrent du Medelsthal à la vallée de Saas d'une part, de l'autre du val Maggia à Guttannen et au glacier de Triften, dans la vallée de l'Aar, c'est-à-dire que les deux principales dimensions du district sont au moins 40 kilomètres sur 90.

Petits filons de l'Oisans.

C'est avec des caractères de gisement semblables que les oxydes de titane se retrouvent dans les Alpes de l'Oisans; le groupe de petits filons dans lesquels on trouve le rutile, l'anatase et la brookite, contient très-fréquemment de l'épidote, du quartz, de l'albite, de la chlorite; il renferme en outre de l'axinite, de l'asbeste, de la prehnite, de la chrichtonite. Les filons titanifères de l'Oisans traversent le schiste amphibolique (1), le gneiss et les diverses variétés de protogyne.

Petits filons semblables dans d'autres régions des Alpes.

D'autres parties des Alpes renferment le titane à peu près dans les mêmes conditions que le Saint-Gothard et l'Oisans : tels sont le massif du Mont-Blanc et la vallée d'Aoste, le Tyrol, les Alpes autrichiennes dans le pays au-dessus de l'Enns, et Fusch dans le Pinsgau.

Les petits filons titanifères des Alpes paraissent postérieurs à la roche encaissante.

Au Saint-Gothard comme dans l'Oisans, les petits filons titanifères n'ont pas le caractère de sécrétions qui seraient sorties des parois des roches encaissantes; les minéraux qui les composent sont très-probablement venus tapisser des fissures préexistantes, de même qu'il est arrivé pour les filons métallifères proprement dits; ce fait se reconnaît souvent sur de simples échantillons de

(1) Élie de Beaumont. Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans. (Annales des mines, 3ᵉ série, t. V, p. 3.)

collection où l'on voit l'axinite, l'anatase et d'autres minéraux des filons implantés très-nettement sur les parois des fentes qui traversent la roche schisteuse, roche dont ces minéraux diffèrent d'ailleurs quelquefois tout à fait par leur composition chimique. Fréquemment les fentes n'ont été qu'incomplétement remplies, et alors dans les cavités se trouvent les plus beaux cristaux.

Cependant le caractère de postériorité n'est pas toujours discernable dans tous les détails de ces petits filons, parce que les minéraux introduits dans les fissures ont quelquefois pénétré la pâte même de la roche à laquelle ils se sont incorporés.

Les allures des filons titanifères du Saint-Gothard et de l'Oisans rappellent donc, à plusieurs égards, les petits filons stannifères du mont Saint-Michel en Cornouailles, qui renferment dans une gangue quartzeuse de l'oxyde d'étain, du mica, de la topaze, de l'apatite, du wolfram, de l'émeraude et de l'argent rouge, ou bien encore les veines à topaze du Schneckenstein en Saxe. Malgré leur incorporation intime à la roche encaissante, les filons stannifères de ces localités résultent, comme je l'ai montré ailleurs (1), d'un remplissage, et sont par conséquent postérieures à la roche qui les renferme.

Les oxydes de titane, de fer oligiste et le quartz des filons titanifères paraissent avoir été déposés dans les mêmes conditions.

La pénétration mutuelle des cristaux de rutile, de fer oligiste et de quartz montre que, dans les petits filons du Saint-Gothard, ces trois minéraux ont été précipités, si ce n'est tout à fait simultanément, au moins dans les mêmes conditions.

Chacun connaît ces beaux échantillons où l'on voit des cristaux de rutile, isolés ou réticulés,

---

(1) Mémoire cité plus haut, p. 102.

traverser des cristaux de quartz hyalin, et conserver la même grosseur et la même direction tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du cristal de quartz. Une pénétration semblable du quartz cristallisé par le rutile s'observe d'ailleurs dans beaucoup d'autres lieux, entre autres dans l'Oural et à Madagascar.

D'un autre côté le rutile est associé aussi de la manière la plus intime au fer oligiste; il n'est pas de minéralogiste qui n'ait admiré les tables hexagonales de fer oligiste qui sont partiellement pénétrées par des cristaux rouges de rutile, disposés les uns parallèlement aux autres, comme des tuyaux d'orgue. Enfin du fer oligiste cristallisé est aussi quelquefois renfermé dans l'intérieur du cristal de roche. La pénétration des cristaux de rutile, jusque dans l'intérieur des cristaux de fer oligiste et des cristaux de quartz, apprend que, dans les petits filons du Saint-Gothard, ces trois, minéraux ont été précipités si ce n'est simultanément, au moins dans les mêmes conditions.

Ces minéraux résultent probablement de la décomposition de leurs chlorures ou fluorures respectifs.

Par son éclat et par sa forme cristalline, le fer oligiste du Saint-Gothard rappelle immédiatement le fer spéculaire des volcans; or ce dernier étant dû à la décomposition du chlorure de fer par la vapeur d'eau, ainsi que l'ont montré M. Gay-Lussac et M. Mitscherlich (1), on est porté à attribuer une origine semblable au fer oligiste des filons titanifères. Cette première présomption se confirme si l'on remarque que, d'après les expériences que j'ai exposées plus haut, l'acide titanique, qui ne s'obtient qu'à l'état amorphe par les autres procédés jusqu'à présent connus, se dépose en cristaux dans les mêmes

(1) Annales des mines, 3ᵉ série, t. I, p. 116.

circonstances que le fer oligiste, c'est-à-dire quand on décompose le perchlorure de titane par la vapeur d'eau à une température élevée. Enfin le chlorure silicique soumis aussi à chaud à la vapeur d'eau donne du quartz cristallin.

On est ainsi triplement amené à conclure que les minéraux des filons titanifères dont il s'agit, savoir les acides titanique, silicique et l'oxyde ferrique, résultent de la décomposition de leurs chlorures ou fluorures respectifs par la vapeur d'eau.

Confirmation de cette idée théorique; présence de combinaisons fluorées dans les filons titanifères.

Le chlore n'a pas été fixé sous forme de composé insoluble et stable dans le voisinage du fer oligiste des volcans qu'il a produit : il a disparu sans laisser de traces, ainsi qu'il est arrivé à la plupart des composés très-solubles ou très-volatils qui ont servi d'intermédiaires à la formation des espèces minérales. Aussi si l'on n'avait étudié que les parties des émanations volcaniques qui ont pu traverser des siècles sans être dissoutes et emportées par l'action de l'eau, c'est-à-dire si l'on n'avait pas observé l'abondant dégagement de chlorures solubles dont une partie vient former des croûtes superficielles dans une position semblable à celle du fer oligiste, on serait sans doute encore, relativement à l'origine du fer spéculaire, tout aussi incertain qu'on l'a été jusqu'à présent sur le mode de précipitation des oxydes de titane et de quartz qui accompagne ces oxydes, et qu'on l'a été longtemps sur la formation des amas stannifères. On ignorerait même que de ces orifices naturels, d'où il s'est souvent exhalé d'énormes quantités de chlorures et d'acide chlorhydrique, il est jamais sorti des composés quelconques du chlore, puisque ces composés n'ont laissé aucun résidu stable.

Cependant, plus heureux que pour les dépôts de fer oligiste des volcans, nous trouvons encore dans les petits filons titanifères des Alpes divers vestiges du radical générateur. En effet, dans le massif du Saint-Gothard et dans l'Oisans, en même temps que les trois espèces d'acide titanique, le rutile, l'anatase et la brookite, il s'est déposé dans les mêmes fissures ou dans des fissures voisines des fluorures (le spath fluor qui est fréquent) (1), des silicates fluorés (mica riche en fluor), des fluo-phosphates (apatite) (2), enfin des silicates borés (l'axinite (3), la tourmaline (4)); ces derniers composés ainsi que je l'ai montré à l'occasion des amas stannifères, sont comme un produit complémentaire des silicates fluorés.

La proportion relative de fluor et de chlore varie dans les différentes apatites; d'après les analyses de M. Gustave Rose, la quantité de fluor est à son maximum dans les apatites du

(1) Au val Maggia (Tessin) le spath fluor est en beaux cristaux octaédriques tout à fait hyalins et mélangés intimement au quartz, à l'adulaire, au mica et à la chlorite. On trouve encore le spath fluor, d'après M. Wiser, au mont Errena près Faccia, au Spitzenberg, au Grimsel, au Thierberg, près du glacier de Triften (canton de Berne), dans le val de Tawetsch, dans la vallée d'Ursern (canton d'Uri), etc.

(2) L'apatite se trouve à la Fibia, à Sella, non loin de l'Hospice, dans la vallée de Tawetsch, etc.

(3) L'axinite se trouve fréquemment non-seulement dans les filons de l'Oisans, mais aussi, d'après M. Wiser, dans différents points du massif du Saint-Gothard, où elle est souvent tout à fait pénétrée et entourée de chlorite, entre autres dans la vallée d'Ursern, le val de Medels (Grisons), etc.

(4) Vallée de Binnen.

Saint-Gothard et des filons d'étain d'Ehrenfriedersdorf (1), tandis que la proportion de chlore y est à peine notable; l'apatite du Saint-Gothard ne renferme en effet que 0,002 d'acide hydrochlorique. Le fluor dominait donc lors de la formation des minéraux des filons stannifères et titanifères, mais le chlore n'était pas complétement absent.

Présence de combinaisons hydratées.

D'ailleurs la présence de silicates hydratés cristallisés, comme la chlorite et diverses espèces de zéolite, sert à constater que l'eau est aussi intervenue dans le remplissage des filons titanifères.

Résumé des considérations théoriques sur l'origine des filons titanifères.

En résumé, nous arrivons par des preuves de nature différente, tant d'après l'étude des gisements que par l'expérience directe, à conclure que le rutile, l'anatase, la brookite, le fer oligiste et, au moins en partie, le quartz que renferment les petits filons du Saint-Gothard et de l'Oisans ont été formés par la décomposition des fluorures de titane, de silicium, de fer, auxquels se trouvaient associés des fluorures de bore et de phosphore, et probablement aussi des chlorures des mêmes corps. De ces divers composés, qui sont volatils et indécomposables par la chaleur seule, mais qui sous la pression atmosphérique ordinaire sont instantanément décomposés par la vapeur d'eau, il est résulté des substances fixes qui tapissent aujourd'hui les filons titanifères.

De quelques minéraux qui accompagnent les oxydes de titane, le fer oligiste dans ces filons.

Ce mode de formation n'est pas applicable à tous les minéraux autres que le rutile, l'anatase,

---

(1) Rammelsberg. Handwœrterbuch des chemischen Theils der Mineralogie, t. I, p. 35.

la brookite, le fer oligiste, le quartz, qui sont renfermés dans les filons titanifères. Quoique l'origine de ces autres minéraux ne puisse pas être encore démontrée d'une manière certaine, il est probable que leur formation se rapporte aux deux considérations qui suivent.

Nous voyons chaque jour des vapeurs volcaniques modifier les roches qu'elles traversent; de la décomposition mutuelle de ces roches et des vapeurs résultent de nouveaux minéraux, tels que le gypse, l'alunite, etc. De même, dans mon mémoire sur les amas stannifères (1), j'ai fait voir que le mica, le lépidolite, la topaze, l'axinite, la tourmaline et peut-être une partie du quartz, qui se trouvent dans ces amas, n'ont pas été apportés tout formés des profondeurs, mais que ces minéraux paraissent être des épigénies formées par la décomposition des roches encaissantes sous l'influence des vapeurs de fluorure de bore et des autres fluorures. Cette observation est aussi applicable aux filons titanifères, particulièrement pour l'axinite et la tourmaline.

Il faut en outre observer que des substances qui sont fixes dans les circonstances ordinaires, peuvent être transportées par des courants de gaz et de vapeur à un état moléculaire voisin de celui de *dissolution*. On a des preuves de ce fait dans les ateliers métallurgiques; le zinc sulfuré réputé infusible forme, à la partie supérieure des fourneaux à manche où la température n'est pas extrêmement élevée, des agglomérations de cristaux parfaitement nets. Aucune expérience ne sert mieux à faire comprendre la formation

(1) Mémoire cité, p. 108.

du feldspath des filons titanifères que le dépôt de cristaux de feldspath qui est venu tapisser la partie supérieure des fourneaux à cuivre de Sangershausen qui a été signalé par M. Karsten (1); ces cristaux artificiels de feldspath, par leurs faces brillantes et nettes, rappellent tout à fait la péricline ou l'épidote des filons titanifères.

Gisements de titane ayant de l'analogie avec ceux des Alpes, en Bohème et en Brésil.

D'autres gisements de titane paraissent devoir se rapprocher de ceux des Alpes.

Ainsi dans les amas stannifères de Schlackenwald et de Schoenefeld en Bohème, le rutile se trouve avec l'oxyde d'étain dans du quartz, accompagné de quatre composés fluorés, le mica, la topaze, le spath fluor et l'apatite.

Au Brésil, à Capao-de-Lane et à Boa-Vista, la topaze se trouve dans une masse talqueuse ou chloritique qui est subordonnée au schiste talqueux. Cette roche métamorphique contient des nids d'argile lithomarge avec du quartz cristallisé, de la topaze, de l'euclase, du rutile, du fer oligiste et du fer titané, c'est-à-dire que dans cet autre hémisphère, le rutile est accompagné, comme dans les Alpes, de quartz, de fer oligiste et de silicates fluorés.

L'anatase, qui s'est déposé avec de petits cristaux de quartz dans les fissures du schiste modifié de Hof, en Bavière, paraît aussi devoir se rapprocher par son origine de l'anatase de l'Oisans.

Cependant je suis loin de vouloir étendre les conclusions que je viens d'établir à tous les gisements de rutile. De nombreux exemples apprennent en effet que le même minéral, tel que le

(1) Annales des mines, 3e série, t. VII, p. 503; Jahrbuch von Leonhard und Bronn, 1835, p. 31.

quartz, la pyrite de fer, a pu prendre naissance dans des circonstances différentes. Entre le rutile disséminé dans les roches granitoïdes et celui des filons des Alpes, il y a la même distance qu'entre les échantillons de quartz, de feldspath et de sphène qui sont aussi disséminés dans les roches granitiques, et les cristaux plus purs des mêmes corps qui tapissent les veines dont nous venons de nous occuper; il y a non-seulement différence de gisement, mais aussi une autre physionomie qui correspond probablement à un mode de formation un peu différent.

Dans quelques cas exceptionnels le fluorure de titane a été soustrait à toute décomposition.

Du reste, le fluorure de titane, dont nous trouvons des résidus à peu près certains dans divers gisements n'a pas toujours été décomposé. La warwickite, qui est un fluorure double de titane et de fer, se trouve dans un calcaire grenu à Warwick, dans l'État de New-York; le fluorure, après avoir pénétré dans le calcaire, a sans doute été soustrait à l'action de la vapeur d'eau, ou à l'agent qui l'a décomposé presque partout ailleurs. L'érémite, décrite par M. Dana (1), qui se trouve dans le granite albitique de Watertown, au Connecticut, avec de la tourmaline, paraît-être aussi un fluotitanate.

Les deux conclusions, sur le rôle du fluor dans la formation des filons stannifères et des filons titanifères, se confirment mutuellement.

Déjà l'étude des amas de minerai d'étain nous avait conduit à reconnaître dans ces gîtes une intervention originelle des fluorures et des chlorures. Les deux conclusions semblables auxquelles nous sommes amenés par l'étude de contrées et de gîtes tout à fait différents se corroborent mutuellement; car les chlorures et fluorures de titane et d'étain ont la plus grande ressemblance.

(1) Sillimann's American Journal, t. XXXII, p. 341.

Rapprochement entre les dépôts de titane et d'étain et les émanations volcaniques actuelles.

En résumé, des amas de titane et d'étain, qui, par la fixité de leurs principaux minéraux, semblent éloigner toute idée de sublimation, sont cependant tout à fait comparables aux dépôts de chlorures volatils qui se dégagent aujourd'hui des bouches volcaniques. Ainsi se trouve vérifiée, par un nouveau cas, l'assimilation établie par M. Élie de Beaumont (1) entre les gîtes métallifères et les émanations volcaniques à la manière *du sel ammoniac*. De même qu'aujourd'hui il se sublime autour des orifices volcaniques des chlorures dont les uns, comme les chlorures ammonique et sodique, se décomposent sans altération, dont d'autres, comme le chlorure de fer, sont décomposés par la vapeur d'eau, de même aussi dans les anciennes périodes, il s'est dégagé de certaines fissures des fluorures de nature variée, de la décomposition desquels nous trouvons tous les résidus. Du reste, l'apatite se trouvant dans les produits volcaniques modernes, on voit que les sources de fluorure ne sont pas complétement taries.

La structure orographique de l'Oisans confirme ce rapprochement.

Comme autre rapprochement avec les phénomènes actuels, observons que l'un des centres de ces fumaroles fluorifères, celui de l'Oisans, si connu par les minéraux qu'il renferme, est précisément au milieu d'un cratère de soulèvement (2). En parlant des substances gazeuses qui ont dû se dégager, au moment où les masses de gneiss ont

(1) Note sur les émanations volcaniques et métallifères. Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. IV, p. 1249.

(2) Élie de Beaumont. Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans, Annales des mines, 3e série, t. V, p. 31.

été redressées, M. Élie de Beaumont dit que les gaz et vapeurs se sont probablement fait jour vers le centre du cirque, plutôt que sur les bords du système qui est entouré, presque de toutes parts, de couches secondaires non altérées.

En lisant les belles pages dans lesquelles M. Élie de Beaumont a établi l'analogie entre le cirque de la Bérarde et les cirques de la Grande-Canarie ou de Palma, on est frappé de la manière dont les considérations chimiques que je viens d'émettre s'adaptent aux faits orographiques de la contrée. Du chlorure ou du fluorure de titane paraît donc avoir fait partie des vapeurs qui sont sorties du cirque de la Bérarde, lors de sa formation.

La formation de certains amas de fer oligiste a de l'analogie avec celle des amas d'étain et de titane.

Les petits dépôts de fer oligiste qui accompagnent les oxydes de titane presque partout, ceux qui sont souvent associés aux gîtes d'étain, par exemple à Altenberg en Saxe, et dans la paroisse de Saint-Just en Cornouailles, établissent un rapprochement entre les gîtes de titane et d'étain et certains amas plus volumineux de fer oligiste qui me paraissent dûs aussi à la décomposition du chlorure ou du fluorure de fer. C'est d'ailleurs une conséquence à laquelle conduit la ressemblance de ces minerais avec le fer spéculaire des volcans; en décomposant le perchlorure de fer par la vapeur d'eau, dans un tube de porcelaine, j'ai obtenu du fer oligiste en morceaux confusément cristallins qui ressemblent, à s'y méprendre, à certaines variétés de minerai de l'amas de Framont. Il est très-probable que beaucoup des gîtes de fer oligiste qui, dans différentes contrées, avoisinent les granites, les porphyres et d'autres roches éruptives sont dus à des sublimations comparables à celles

des volcans. Tel est peut-être le cas, par exemple, pour les amas de Framont et de l'île d'Elbe; et aussi pour les petits filons de fer oligiste avec quartz cristallisé qui sont encaissés, soit dans le granite comme au Brésoir, dans les Vosges, soit dans les Vosges, soit dans le porphyre feldspathique quartzifère, comme au Champ-du-Feu.

Application des faits consignés dans ce mémoire au métamorphisme des roches.

La formation des filons d'oxyde de titane et des amas stannifères, telle que je l'ai démontrée, jette du jour sur plusieurs faits relatifs au métamorphisme des roches. On voit, en effet, comment les minéraux les plus fixes, tels que le quartz, l'oxyde d'étain, l'acide titanique, doivent souvent leur existence à des composés très-volatils; ces éléments volatils ont dû non-seulement pénétrer dans les fissures qui leur étaient ouvertes, mais aussi imprégner des massifs entiers de roches; car il est peu de roches qui soient complétement imperméables aux gaz.

Ce dernier fait est important à considérer dans l'histoire du métamorphisme. Aujourd'hui que le fluor se trouve pétrifié dans des combinaisons neutres, comme le mica, où ses propriétés énergiques sont en quelque sorte rendues latentes, il passe inaperçu; mais ce radical est tellement répandu dans les roches granitiques et dans un grand nombre de roches schisteuses cristallines, que son rôle n'a certainement pas été réduit aux étroites limites des gîtes d'étain et de titane. Il a dû contribuer à la formation de beaucoup de massifs de roches schisteuses métamorphiques qui forment comme l'auréole du granite. On peut croire, par exemple,

(1) D'après l'analyse de M. Delesse, le mica de la protogyne du Mont-Blanc renferme 1,58 p. 0/0 de fluor.

d'après ce qui vient d'être dit sur les gîtes de fer oligiste, que les roches quartzeuses aurifères du Brésil doivent le fer oligiste dont elles sont si abondamment chargées sur quelques points à l'arrivée du chlorure ou du fluorure de fer; l'or aurait donc été apporté à un état semblable.

Au Saint-Gothard, dans l'Oisans, et au Brésil, où les gîtes de titane sont renfermés dans des roches métamorphiques, on doit croire que la formation de ces gîtes est en connexion avec les phénomènes qui ont opéré le métamorphisme des roches encaissantes, d'autant plus que dans les deux premières contrées au moins, les filons titanifères sont à proximité de roches riches en fluor.

Dans l'art de la teinture, on fixe l'acide stannique, en appliquant sur le tissu le chlorure d'étain, puis en passant le tissu à la vapeur d'eau; cette fixation industrielle de l'acide stannique à chaud par double décomposition n'est qu'une variante du procédé souvent employé par la nature, soit pour remplir certaines classes de filons, soit pour faire pénétrer différents corps intimement dans les roches, au moyen des vapeurs de fluorures et de chlorures, puis pour *fixer* ces corps sous forme de composés tout à fait stables, souvent non volatils et infusibles. Les oxydes d'étain, de titane, le fer oligiste, le quartz et beaucoup d'autres minéraux sont le produit d'une *dualité d'action* qui se manifeste partout dans les reproductions du monde organique, mais dont on a aussi de très-nombreux exemples dans la formation de la croûte terrestre, entre autres dans la formation des minéraux des filons métallifères.

[illegible]

[illegible]

NOTES MÉTALLURGIQUES

Recueillies dans un voyage en Andalousie, automne de 1848.

Par M. SAGLIO, ancien élève de l'École des mines.

Des renseignements métallurgiques précieux sur l'Espagne, et en particulier sur l'Andalousie, ont été publiés à différents intervalles, dans les Annales des mines, par MM. Le Play, Sauvage, Paillette et Pernolet. Ayant eu moi-même l'occasion de voir de près quelques parties de cette contrée dans l'automne de 1848, et notamment le groupe de mines et d'usines qui se rattachent à la fameuse Sierra de Almagrera, j'ai pensé qu'il pourrait y avoir quelque intérêt à continuer cette série, en faisant connaître les faits et les chiffres que j'ai rassemblés dans mon voyage.

Je ne m'occuperai ici que des travaux les plus intéressants pour nous, c'est-à-dire de ceux qui ont pour objet la production du plomb et de l'argent; ces deux métaux sont, en effet, presque en totalité livrés à la France, qui les reçoit par le port de Marseille.

Considérations générales.

Les mines et usines qui les versent dans le commerce s'étendent, presque sans interruption, de Carthagène à Motril. L'activité industrielle, après avoir été assez longtemps concentrée autour d'Adra, pendant la grande prospérité de la Sierra de Gador, s'est répartie plus tard entre Alméria et Carthagène, surtout depuis la découverte du filon Jaroso; et les nombreuses usines qui se sont élevées sur le bord de la mer, à proximité de la Sierra

de Almagrera, semblent promettre de l'avenir à la petite ville de Puerto de las Aguilas, autour de laquelle se trouvent groupés beaucoup de fourneaux.

Avenir probable. Si l'opinion que j'ai trouvée généralement admise au sujet de la production des matières premières est exacte, comme je le crois, les minerais du Jaroso deviendront ou plutôt resteront désormais des minerais plombo-argentifères d'une richesse très-ordinaire. Les Escoriales (dépôts de scories anciennes et métallifères qui sont disséminées le long de la côte) s'épuiseront rapidement. La Sierra de Gador a déjà perdu la plus grande partie de ses richesses et ne les recouvrera plus : tandis que le traitement des plombs carbonatés que l'on trouve en amas abondants et d'exploitation facile, de Carthagène à Alméria, prendra des proportions importantes.

Il s'ensuivrait que le port de Carthagène, par sa position et l'excellence de sa rade, serait le premier pour l'exportation, et que ceux d'Aguilas, d'Alméria et d'Adra, mais surtout Aguilas, chargeraient encore annuellement de notables quantités de métaux.

Exportations annuelles d'Alméria. Le commerce des plombs à Alméria peut s'établir à peu près comme suit :

Pour France.	3.000	tonnes par an.
— Italie.	800	—
— Portugal.	200	—
— Angleterre.	500	—
— Espagne par cabotage.	2.000	
Total.	6.500	tonneaux métriq.

Chaque bâtiment porte en moyenne 100 tonneaux.

Le commerce avec la France se fait tout entier par navires français, et tous se rendent à Marseille,

à l'exception de quelques-uns qui vont dans le Nord, à Nantes, par exemple, où il s'en décharge sept ou huit par an.

Les exportations d'Adra sont à peu près doubles, surtout pour la France; mais il y a plus de cabotage à Alméria qu'à Adra.

Les exportations ont diminué dans les années 1844 et 1845; depuis lors elles ont repris et restent à peu près comme dessus.

Je donne ici le résumé des tableaux d'exportation de plomb de la Péninsule pour le port de Marseille pendant les dernières années. Ils serviront à apprécier la valeur de ce commerce et à suivre sa fluctuation.

Exportations de plomb pour Marseille.

PORTS D'EXPORTATION.	1842.	1843.	1844.	1845.	1846.	TOTAUX.
	quint.	quint.	quint.	quint.	quint.	quint.
Adra.	63.535	24.555	89.190	84.704	56.577	318.561
Aguilas.	5.230	8.195	8.751	4.761	7.673	34.609
Alicante.	1.004	5.972	2.511	1.215	1.443	12.145
Alméria	40.251	42.627	11.912	21.336	40.833	196.969
Barcelone	1.712	»	5.693	1.366	»	8.771
Blanès	»	»	»	267	»	267
Carthagène. . . .	»	1.341	73.505	96.123	111.588	282.557
Mahon	»	1.329	»	»	»	1.329
Malaga.	215	»	»	5.054	3.239	8.508
Mazarron.	»	85	»	»	4.160	4.245
Motril	5.573	7.393	397	»	»	13.363
Roquetas.	32.049	649	5.296	2.302	3.262	43.558
San-Felice. . . .	»	622	»	»	»	622
Séville	139	»	1.074	707	8.109	10.029
Valence.	»	693	40	»	»	733
Vera	999	»	»	»	»	999
Vignolles.	»	»	»	213	485	698
Villajoyosa. . . .	796	1.100	»	1.002	»	2.898
Villaricos.	»	»	»	»	1.518	1.518
TOTAUX . .	151.512	95.361	193.369	219.650	238.297	908.179

A mon passage, la révolution de février avait porté une rude atteinte à ce commerce. Une maison puissante en Andalousie, à Marseille et jusqu'en Belgique, venait de suspendre ses opérations. La plus grande partie des usines ne marchaient pas, soit que les événements politiques leur eussent réellement fermé les débouchés, soit que, là comme en France, les entreprises qui n'étaient pas viables eussent profité d'une occasion de périr sans déshonneur.

En résumé, l'industrie n'en souffrira pas, je crois, dans son ensemble : elle sera seulement concentrée dans quelques mains plus intelligentes et plus fermes; il y aura tout autant de travail réel, mais moins de spéculations.

Le hasard entre pour une large part dans les découvertes minérales: aussi est-il impossible de prévoir avec certitude l'avenir métallurgique d'une contrée: les nombreuses recherches qui ont eu lieu depuis quelques années dans ces parages, permettent cependant de conjecturer que pendant assez longtemps encore la production en plomb se soutiendra à son niveau actuel, tandis que celle en argent ira en diminuant progressivement.

Les tableaux suivants, extraits d'une revue scientifique qui a paru à Madrid pendant le premier semestre de 1848 avec un caractère semi-officiel (Guia del Minero, chez Antonio Yenes, 13, plaza del Progreso), pourront, sous ce point de vue, être intéressants à consulter.

I. … PROVENANT EN MAJEURE PARTIE DES MINES DU JAROSO.

NOMS DES FABRIQUES.	SITUATION.	1841.	1842.	1843.	1844.	1845.	1846.	1847.	Les 4 1ers mois 1848.	TOTAUX.
		marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.
Contra viento y marca.	Dist. de Cuevas.	4.769 3	5.335 »	766 »	5.384 »	211 »	» »	» »	» »	16.465 5
S. José.	— Aguilas.	386 »	6.994 »	8.383 »	7.744 »	12.621 »	14.031 »	14.583 »	4.071 »	68.813 »
La Union.	— Id.	2.607 »	6.529 »	5.066 »	763 6	4,405 »	4.661 »	4.557 »	3.151 10	31.740 »
S. Ramon.	— Vera.	2.416 »	15.676 »	27.641 5	50.534 »	39,562 7	45.579 6	11.550 7	» »	192.961 »
La Aurora.	— Aguilas.	» »	1.736 2	542 »	» »	» »	» »	» »	» »	2.278 2
Virgen del Pilar.	— Id.	» »	9.374 »	12.700 »	9.217 »	6,823 »	8.103 »	6.778 »	2.010 »	55.005 »
Regeneradora.	— Mazarron.	» »	1.308 »	306 »	» »	» »	» »	» »	» »	1.614 »
Encarnacion.	— Cuevas.	» »	1.586 »	9.224 »	7.048 »	5.501 3	4.644 »	3.477 2	3.545 8	35.025 13
La Constancia.	— Aguilas.	» »	3.424 »	3.827 2	554 4	1.114 3	109 »	» »	» »	9.029 1
Virgen del Rosario.	— Lorca.	» »	53 7	329 »	20 2	» »	» »	» »	» »	402 1
Franco espanola.	— Cartagena.	» »	143 5	7.927 »	8.660 »	163 5	» »	» »	» »	16.894 2
Madrilena.	— Cuevas.	» »	1.962 »	11.158 3	13.159 3	14.024 2	14.306 4	9.083 3	» »	63.693 7
Carmelita.	— Id.	» »	2.554 »	15.027 »	14.347 »	13.514 7	13.502 4	15.340 5	7.521 12	81.807 12
Esperanza.	— Id.	» »	» »	12.850 2	13.794 3	10.215 3	10.935 3	7.886 6	» »	55.682 1
San Isidoro.	— Cartagena.	» »	» »	3.756 4	2.343 3	» »	» »	1.253 1	298 7	7.651 7
Santa Rosalia.	— Cuevas.	» »	» »	374 »	» »	» »	» »	» »	» »	374 »
S. Jorge.	— Cartagena.	» »	» »	14.265 »	13.763 »	15.413 »	16.159 »	17.812 6	2.753 10	80.166 »
Cartagenera.	— Id.	» »	» »	457 7	27 3	» »	495 2	» »	» »	980 4
Constancia.	— Id.	» »	» »	131 2	1.020 »	3.000 »	1.852 »	52 »	» »	6.055 2
Iberia.	— Aguilas.	» »	» »	6.082 »	3.628 »	» »	» »	» »	458 »	10.158 »
Espanola.	— Cartagena.	» »	» »	120 »	436 »	650 »	92 »	» »	» »	1.298 »
Pobres de Huilias.	— Vera.	» »	» »	124 »	» »	» »	» »	» »	» »	124 »
Santa Adelaïda.	— Cartagena.	» »	» »	1.744 4	3.485 »	7.923 7	674 »	» »	» »	13.827 3
Constancia Cartagenera.	— Id.	» »	» »	92 »	41 4	» »	» »	» »	» »	133 4
Taral.	— Cuevas.	» »	» »	» »	563 »	625 3	» »	» »	» »	1.188 3
Encantada.	— Id.	» »	» »	» »	14 »	» »	» »	» »	» »	14 »
Orcelitana.	— Cartagena.	» »	» »	438 »	1.720 »	856 4	» »	1.765 6	362 6	5.142 10
Concepcion.	— Vera.	» »	» »	» »	1.020 »	7.706 »	» »	9.276 2	2.262 11	20.264 13
Tres Amigos.	— Id.	» »	» »	» »	» »	» »	» »	571 »	1.443 »	2.014 »
		marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.	marcs. o.
TOTAUX.		10.178 3	56.674 14	143.330 13	159.285 12	144.328 12	135.143 3	103.985 6	27.878 0	780.804 15
		kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Id. en kilogrs.		2.341,030	13.035,440	32.966,270	36.635,898	33.195,788	31.082,977	23.916,724	6.411,94	179.585,355
		fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Valeur créée à 222f.,22c. le kil. d'argent.		520.223,69	2.896.735,48	7.325.764,52	8.141.229,25	7.376.768,01	6.907.259,15	5.314.774,41	1.424.861,31	39.907.457,59

Bien qu'il n'ait pas un rapport direct avec le sujet que je traite spécialement, j'ajoute ici, à cause de son intérêt, un tableau statistique qui embrasse les productions minéralogiques de toute l'Espagne.

II. RÉSUMÉ STATISTIQUE DES PRODUCTIONS MINÉRALURGIQUES DE L'ESPAGNE,

ET DES VALEURS CRÉÉES QU'ELLES REPRÉSENTENT. — ANNÉE 1847.

NATURE des PRODUCTIONS.	POIDS en kilogrammes.	VALEUR créée en espèces françaises. Prix de l'unité.	Valeur totale (1).
	kil.	fr. c.	fr.
Houille.	44.400.304,00	2,17 les 100 k.	965.224
Anthracite.	395.140,00	2,17 »	8.590
Lignite.	369.518,00	2,17 »	8.033
Coke.	1.768.700,00	3,53 »	62.481
Fer forgé	22,086.210,00	43,48 »	9.602.700
Fonte.	18.608.081,00	27,17 »	5.056.544
Alquifoux.	2.631.435,52	15,21 »	400.435
Plomb.	31.367.885,30	30,43 »	9.546.748
Litharge.	199.065,00	32,61 »	64.912
Graphite.	17.399,50	21,73 »	3.782
Minerai de cuivre. . . .	1.404.564,00	13,58 »	190.840
— d'argent. . . .	92,000,00	10,86 »	10.000
— de mercure. .	33,350,00	18,50 »	6.152
— d'antimoine. .	6.026,00	81,90 »	4.912
Cuivre.	385.512,66	244,00 »	942.830
Étain.	10.637,50	191,00 »	20.234
Régule d'antimoine. . .	42.734,00	163,00 »	69.675
Mercure.	1.016.080,66	941,73 »	9.558.889
Zinc.	81.889,00	78,80 »	64.532
Manganèse.	105.524,00	10,90 »	11.470
Minéral de soude. . . .	138,00	38,00 »	52
Soufre.	152.857,08	30,40 »	46.521
Sulfate de soude. . . .	114,126,00	10,85 »	12.405
Couperose.	119.830,00	17,40 »	20.840
Alun.	416.937,56	43,50 »	181.277
Acide sulfurique. . . .	12.558,00	108,33 »	13.650
Cobalt et nickel.	13.150,25	109,10 »	14.294
Calamine et blende. . .	15.180,00	32,50 »	4.950
Argent.	25.681,57	206,50 le kilog.	5.303.802
Or.	18.40	3,130,00 »	57.600

(1) On a compté *grosso modo* le réal à 0 fr. 25 c. — La valeur de chaque unité est calculée d'après les chiffres du tableau rédigé par l'administration espagnole.

Le total général est donc pour 1847 :

42.254.386 francs,

représentant l'importance des industries minéralogiques de l'Espagne entière à cette époque que l'on peut considérer, à cause de la perturbation commerciale de 1848, comme la dernière année normale.

VALEURS EN MESURES FRANÇAISES DES MESURES ESPAGNOLES DONT IL EST FAIT USAGE DANS CE MÉMOIRE.

Monnaies. Réale de veillon = 0^{f},2775 en valeur intrinsèque, mais la pièce de 5 francs française, qui sous le nom de *napoléon* est la monnaie courante d'argent en Espagne, est prise partout pour 19 réaux; ce qui établit la valeur réelle du réale de veillon à 0^{f},263.

1 réale de veillon = 8 1/2 cuartos.

1 cuarto = 4 maravédis = 0^{f},032.

1 maravédi = 0^{f},008.

Longueurs. 1 vara = 3 pieds = 0^{m},836.

1 pied = 0^{m},2786.

Les subdivisions sont ainsi réparties :

1 vara = 3 pieds = 4 palmes = 6 xemes = 36 pouces = 48 doigts = 432 lignes = 5.184 points.

Capacités. 1 fanega = $0^{\text{hectol.}}$,556.

Poids. 1 quintal castillan = 4 arrobes = $46^{\text{kil.}}$,910.

1 arrobe = 25 livres = $11^{\text{kil.}}$,502.

Et pour la subdivision :

1 livre = 2 marcs = 16 onces = 128 ochavas = 256 adarmes = 768 tomines = 9.216 grains.

PREMIÈRE PARTIE.

MATIÈRES PREMIÈRES MÉTALLIFÈRES.

Sierra de Almagrera.

La Sierra de Almagrera, située sur le bord de la Méditerranée, à la frontière de l'Andalousie et du royaume de Murcie, fournit la plus grande partie des minerais fondus actuellement par les usines de cette région.

Cette Sierra, qui s'est fait connaître dans le monde industriel, il y a environ dix ans, par la découverte du riche filon Jaroso, est une petite chaîne de montagnes composée de schistes de transition micacés, dont les couches, fortement tourmentées par une éruption porphyrique, affectent d'un lieu à un autre les directions et les inclinaisons les plus diverses.

La mer baigne le versant Sud-Est de la Sierra; la Rambla du Rio Almanzora la limite au Nord-Ouest. Une de ses extrémités s'arrête à la mer, auprès de Villaricos; l'autre se perd insensiblement du côté d'Aguilas, sous des couches de sédiment très-modernes.

Le schiste qui forme la montagne est le plus souvent d'un bleu-noirâtre, très-feuilleté et peu solide; dans d'autre cas, plus gris ou plus jaunâtre, il se soutient sans boisage dans les galeries de dimensions ordinaires. Il y aurait cependant de l'imprudence à l'abandonner complétement à lui-même; car il est presque toujours fort imprégné de pyrites qui, se décomposant peu à peu, lui enlèveraient sa consistance.

L'aridité la plus complète règne sur les flancs de cette Sierra; le spart est à peu près le seul végétal que l'on y rencontre. L'eau nécessaire aux

besoins des mineurs leur est apportée à dos d'ânes, et se vend de 1 à 2 centimes le litre, suivant la situation des lieux. Les aliments sont également amenés de Vera, de Cuevas de Vera, et des localités circonvoisines, à des entrepreneurs qui savent réaliser sur leurs fournitures de très-notables bénéfices aux dépens des ouvriers et par conséquent du travail qu'ils exécutent. Telle est la position des mines de plomb argentifère d'Almagrera; telles sont les difficultés dérivant de la nature des lieux, contre lesquelles il a fallu et il faut encore lutter chaque jour.

Cependant, la richesse très-considérable et la puissance du filon Jaroso, dans les premières années de l'exploitation, ont permis de vaincre tous ces obstacles. Une population minière considérable s'est agglomérée autour d'un noyau formé de mineurs des Alpujarras, et les travaux feront plutôt faute aux travailleurs que les travailleurs aux travaux.

Les premières années de l'exploitation furent une suite de succès inouïs : des fortunes considérables furent faites en un instant par des personnes qui ne possédaient rien que leur part dans une des mines favorisées. La fièvre s'empara alors de tous les esprits et envahit presque toute l'Espagne; chacun voulut avoir sa concession, et l'on rencontre sur la montagne plusieurs milliers de puits (1) foncés sans aucun prétexte, sans aucune apparence de succès. — Aussi, dans ces affaires, comme dans toutes celles où la spéculation pure a remplacé l'industrie raisonnable, pour un petit

---

(1) Voir la Carte, en 3 feuilles, de la Sierra d'Almagrera, publiée par don Ezquerra del Bayo.

nombre d'individus enrichis, il y en a eu un grand nombre qui ont perdu leur avoir, et cela dans le bas-peuple plus qu'ailleurs peut-être; car il avait été ébloui par l'élévation incroyable et subite de quelques-uns des siens.

Filon Jaroso.

Quant aux mines productives elles-mêmes, leur situation a notablement changé depuis ces dernières années. Le Jaroso, qui reste toujours et de beaucoup le plus important des filons connus, je pourrais même dire le seul d'une valeur constatée jusqu'ici par des bénéfices, est rentré dans des conditions fort ordinaires. Ce filon, comme plusieurs autres plus petits de la même Sierra, qui ont la même orientation (de N.-S. à N. 20° E-S. 20° O. magnétique), se compose d'un affleurement où l'argent se trouvait en grande quantité avec du sulfate de plomb terreux et de la galène antimoniale en petites veines, dans une gangue d'hydroxyde de fer, tenant un peu de sulfate de baryte. En descendant, l'argent devient plus rare, le sulfate de plomb disparaît, la galène est plus pure, et l'oxyde de fer est remplacé de plus en plus par du carbonate. Plus bas encore, à 220 mètres environ, la masse du minerai, notamment dans la Virgen del Carmen, la Observacion, las Animas, était un fer spathique, rempli de petites mouchetures de galène. Le minerai semble passer entièrement à cet état et perdre l'argent qu'il contenait à la partie supérieure.

Le phénomène de concentration de l'argent dans les régions hautes du filon n'est pas nouveau en géologie; et quant au sulfate de plomb et au fer hydroxydé que l'on y rencontre, il est assez rationnel de les regarder comme le produit de la décomposition de la galène et du carbonate de

fer, surtout si l'on remarque que cette décomposition aurait cessé dans la profondeur à peu près exactement au niveau des eaux intérieures que l'on commence à rencontrer dans les travaux les plus bas.

Les chiffres suivants montreront l'appauvrissement graduel du Jaroso : Appauvrissement graduel du minerai.

Les premiers travaux remontent à l'année 1839. Dans le principe et jusqu'en 1842, on avait des échantillons assez abondants, tenant de 800 à 1.000 grammes d'argent aux 100 kil. de minerai. En moyenne, M. Pernolet établit :

Plomb. . .	33 kil.
Argent. . .	350 gr.

Pendant le premier semestre de 1843, le minerai se composait de :

Recio.	0,40
Garbillo. . .	0,60

Il tenait 20 à 22 p. 0/0 de plomb,
et 220 gr. d'argent aux 100 kil. de minerai.

Pendant l'année 1844 et le premier semestre de 1845 on comptait en moyenne :

Recio. . .	0,12 à 0,15
Garbillo. .	0,88 à 0,85

et le minerai rendait :

Plomb. . .	10 à 11 kil.
Argent. . .	115 à 125 gr.

Enfin, en 1847 (et il en a été insensiblement de même pendant le premier semestre de 1848), le minerai se composait comme suit :

Recio.	5,3 en poids.	33 p. 0/0 en valeur.
Garbillo de 1re classe.	47,0 —	59 —
Basses sortes. . . .	47,7 —	18 —
	100,0	100

Le recio tenait.	2 onces 1/2 d'argent au quintal,	soit 156g. aux 100 k.	
Le garbillo 1re classe.	1/2 once —	31g.,3	—
Les basses sortes . .	5 à 8 adarmes au quintal,	19g.,6	—

Ce qui établit la richesse moyenne en argent à 37 grammes par 100 kil., diminution énorme, comme on le voit, et qui dépend surtout de la très-faible proportion de recio que l'on obtient sur la masse totale de minerai.

La richesse en plomb du mélange, par portions égales, de recio et garbillo de première classe, qui est le minerai courant que l'on fond dans la plupart des usines, est de 7 à 10 p. 0/0.

Prix du minerai. Malgré l'appauvrissement graduel du minerai, son prix n'a pas varié beaucoup depuis 1844, si l'on prend pour cette époque les chiffres que donne M. Pernolet :

Minerai mi-partie recio et garbillo n° 1. . . .	17r l'arobe (38f,90 les 100 k.)
Garbillo n° 1 seul. . . .	6 à 8 r. (13f,70 à 18f,30 les °/₀ k.)
Garbillo n° 2.	2 à 3r 1/4 (4f,60 à 7f,45 les °/₀ k.)

En effet, on cotait encore en octobre 1848 :

Le recio pur de la Observacion (minerai le plus beau).	20r l'arrobe	(45f,75 les 100 k.)
Minerai mi-partie recio et garbillo n° 1. C'est le minerai courant, celui qui fait le prix.	16r	(36f,60 les °/₀ k.)
Le garbillo n° 1 seul. .	6r	(13f,70 les °/₀ k.)
Le garbillo n° 2.	1 1/2 à 3r	(3f,45 à 6f,45 les °/₀ k.)

Cette fermeté dans les prix, malgré la notable différence qu'il y a entre la valeur intrinsèque actuelle et celle d'autrefois, vient sans doute de ce que le minerai est beaucoup moins abondant (32.000.000 kil. rendus par 5 mines seulement,

en 1 an en 1845; 14.406.000 kil. rendus en 1 an par 7 des plus fortes mines en 1847), et que le nombre des usines, et partant la concurrence entre les acheteurs, a été toujours en augmentant.

Petits filons.

A côté des exploitations du Jaroso, il y a encore quelques petites mines ouvertes sur d'autres filons, par exemple dans les gorges de la Raja, de Pinalbo, d'Avalos, etc. Mais la production de ces mines est jusqu'ici très-limitée et ne semble pas devoir beaucoup augmenter d'après les apparences que présentent les filons reconnus. Elles sont pour la plupart dans la dépendance des usines qui leur avancent des fonds à valoir sur les livraisons de minerai, pour continuer les travaux.

Exploitation.

Le mode d'exploitation est encore le même qui est décrit dans le tome X des Annales, 4e série, p. 317 et suivantes. Je n'en répéterai point la description, non plus que celle des muraillements qui se composent aussi toujours d'un système de voûtes en maçonnerie, dont la corde est normale aux deux parois du filon. Ces voûtes sont espacées verticalement de 30 en 30 vares, et recouvertes d'une maçonnerie plus grossière, formant plancher horizontal, par-dessus lequel on entasse les déblais.

Je donnerai seulement les prix de la main-d'œuvre et des matériaux à mon passage.

Abattage du minerai.

Un picador (mineur proprement dit) est payé de 1f,75 à 2 fr. par poste de 12 heures. Il fait environ dans ce temps-là 5 à 6 trous de mine de 1 pied (0m,28) de profondeur. Il abat en un coup une quantité très-variable, pesant de 1 à 4 quintaux (46 kil. à 184 kil.), soit en moyenne 2q,50 (115 kil.).

La poudre de la régie se vend 5 réaux la livre

($2^f,85$ le kil.); une livre suffit pour tirer 6 à 7 coups.

Les outils sont un pic, un coin, une massette ou deux, et des barrenas (tiges en fer pour forer les trous de mine) de $0^m,45$ à $0^m,55$ de long.

Chaque jour, il faut ordinairement réaffuter 4 barrenas. L'acier coûte de 1^f75 à $2^f,25$ le kil., et 10 piqueurs en usent $0^k,23$ par jour en moyenne.

L'abattage se fait ordinairement à la poudre. On use assez généralement de mèches de sûreté, dont il y a un dépôt à Carthagène. Ces mèches se vendent 6 cuartos la vare courante (environ $0^f,23$ le mètre courant).

Chaque picador a une lampe en fer blanc, de la forme dessinée par M. Pernolet, et il consomme de 1/2 livre à 3/4 livre d'huile par jour. L'huile coûte de 30 à 40 réaux l'arrobe ($1^f,50$ à 2 fr. le kil.). C'est un article qu'on leur fournit sans y regarder de bien près.

On estime que, dans une galerie de 1 vare de large sur 2 de haut ($0^m,85$ sur $1^m,70$), un picador ne peut pas mettre moins de 3 jours à exécuter 1 vare d'avancement. Il y emploie ordinairement 5 à 6 jours, quelquefois 8 et 9 quand la roche est dure. Ces chiffres, réunis aux données précédentes, peuvent donner une idée de la résistance du terrain.

Prix d'abattage du mètre cube. Le mètre cube reviendrait donc à l'abattage environ comme suit :

	fr.
Main-d'œuvre, 4j,3 à 2 fr. .	8,60
Éclairage, au moins. . . .	3,00
Poudre.	7,50
Outils, acier et réparations. .	3,60
Total. . . .	22,70

La dépense sur la poudre est moindre en réalité, car on achète une grande quantité de poudre de contrebande, qui se vend environ 25 p. o/o au-dessous du cours de la régie. A ce compte, le mètre cube ressortirait à environ $20^{f},80$.

Dans une petite mine de la même Sierra, où l'on préparait l'abattage d'un filon de $0^{m},50$ environ de puissance, et incliné de près de 70° sur l'horizon, par des galeries en direction percées de 20 en 20 vares, avec les dimensions de 2 vares de hauteur sur 1 à 1 1/4 de largeur, et dès tranchées de même profil, suivant la pente du filon, on m'a donné comme prix convenu avec l'entrepreneur des travaux :

Pr une galerie	à 85 m.	du jour	130 r.v.	la vare courante	(41 f. le m. courant).
—	à 100	—	165	—	(49f.,60 le m. cour.).
—	à 117	—	200	—	(60 f. le m. courant).

A 50 fr. le mètre courant, le mètre cube reviendrait à environ 35 fr.

Les descenderies entre 2 galeries seraient payées au prix de la galerie supérieure de laquelle elles partent. A ce prix, l'entrepreneur doit fournir tout aux ouvriers et rendre le minerai à la surface. On ne lui donne que les cordes et le treuil.

Ailleurs encore, un puits d'aérage, légèrement elliptique ($1^{m},46$ sur $1^{m},88$), qui doit être descendu à 85 mètres de profondeur, coûte 120 réaux la vare courante (38 fr. le mètre courant), ce qui met le mètre cube à environ 19 fr.

Hommes dits de gavia.

Après les picadores viennent les hommes appelés de *gavia*, qui sont chargés des transports souterrains. Ces transports se font à dos, dans des paniers en sparterie.

Dans les mines actives on distingue jusqu'à trois classes de gavia.

Un homme de *gavia primera* gagne 5 réaux (1f,30) par poste de 12 heures; il porte de 1 1/2 à 2 arrobes (18 à 22 kil.) à la fois, à une distance de 30 à 50 vares (25 à 42 mètres).

Les ouvriers de *gavia segunda* sont des jeunes gens de 15 à 17 ans. Ils portent à la même distance que les premiers une charge de 1 à 1 1/2 arrobe (12 à 18 kil.) par voyage, et gagnent 2 1/2 réaux (0f,65) par poste.

Les ouvriers de *gavia tercera*, qui sont des enfants de 12 à 15 ans, portent un arrobe par voyage (12 kil.), et gagnent 1 à 1 1/2 réal (0f,26 à 0f,40) par poste.

Llenadores. Les *llenadores* sont les hommes qui remplissent les paniers des gens de gavia sur les chantiers. Un llenador gagne 5 1/2 réaux (1f,45) par jour.

Dans les exploitations très-actives on compte à peu près pour chaque picador 3 hommes de gavia, et 2 llenadores au plus par 14 hommes de gavia.

Enganchadores. Les *enganchadores* remplissent au bas du puits d'extraction les grands paniers de spart, et quelquefois les bennes, avec la charge des gens de gavia. Ils gagnent de 5 à 5 1/2 réaux par jour (1f,30 à 1f,45).

Torneros. Les *torneros* amènent au jour les matières abattues en tournant au treuil placé sur le puits. Ils gagnent de 5 1/2 à 6 réaux (1f,45 à 1f,58) par poste de 12 heures.

Pour un puits de 30 à 70 vares de profondeur (25 mètres à 58m,50), il n'y a que 2 torneros. Jusqu'à 100 vares on en met au moins 3 et le plus souvent 4. Ce travail est assidu et pénible. On enlève à la fois 4 arrobes (46 kil.) dans un grand panier en spart. Toute la matière du filon abattue

est généralement portée au jour pour la nettoyer et en détacher les parties métallifères, sauf à réintroduire dans la mine les morceaux stériles pour remblayer par-dessus les muraillements.

Les treuils en bois, et en général toutes les installations à la surface, sont encore absolument tels que les décrit M. Pernolet. Trois mines aussi, comme dans le temps de sa visite, se servent de la machine à molettes mise en mouvement par deux mules (*malacate de mulas*). La description qu'il en donne convient parfaitement aux engins actuels. Je dirai seulement que les deux mules et l'homme qui les conduit ne coûtent que 25 réaux par jour (6f,50). **Machine à molettes.**

A la mine Observacion, on enlève 40 arrobes (450 kil.) à la fois et 1.600 arrobes (10.400 kil.) en douze heures, de 85 mètres de profondeur. Cela donne un travail utile de 782.000 kilomètres par mule.

Les *amainadores* détachent les paniers au haut du puits et les déchargent sur la place. Ils gagnent 5 à 5 1/2 réaux (1f,30 à 1f,45) par jour. Il y en a généralement deux par puits. **Amainadores.**

Le minerai rendu au jour est séparé en récio, garbillos, etc. Les hommes qui s'occupent de ce nettoyage sont :

Les *limpiadores* qui prennent les morceaux de récio (minerai riche), le nettoient à la main, et à l'aide d'un petit marteau, en séparent le plus de gangue possible et le mettent en tas prêts à porter aux fonderies. **Limpiadores.**

Un bon limpiador peut livrer de 15 à 20 quintaux (7 à 900 kil.) par jour, et il gagne de 5 à 5 1/2 réaux (1f,30 à 1f,45).

Les *garbilladores* qui nettoient le garbillo avec **Garbilladores.**

des cribles. Ces cribles sont des cadres en bois rectangulaires de $0^m,50$ sur $0^m,29$; le bois a $0^m,015$ d'épaisseur, et dans l'intérieur sont tendus des fils de fer espacés à intervalles de $0^m,003$ à $0^m,004$.

On place sur les cribles une certaine quantité de garbillo; on le secoue en le tenant dans les deux mains, la poussière passe et l'on retient les morceaux de moyenne grosseur.

Sur beaucoup de carreaux de mine on n'a même pas ces cribles, mais des sortes de paniers plats à rebords d'un seul côté, très-semblables à ceux que nos épiciers emploient pour nettoyer la fève brûlée du café. Le procédé de séparation mécanique des minerais fins n'est pas différent au reste à Almagrera. L'ouvrier avec son panier se place sur le bord de l'escarpement qui est toujours rapproché, et profitant autant que possible du vent régnant, il jette en l'air son minerai et le reçoit sur le panier. Dans ce trajet, le vent emporte les parties les plus légères et les plus pauvres par conséquent. C'est le seul mode de préparation mécanique des minerais, et quand on examine les matières qu'on livre à la fusion dans les usines, que l'on y voit fourmiller de petits fragments argileux et surtout spathiques complétement stériles et si faciles à séparer par le moindre lavage, que d'un autre côté l'on remarque que presque toutes les usines de ce district sont bâties à quelques pas de la mer, on ne peut s'empêcher de s'étonner que rien n'ait été même essayé pour éviter les frais qu'entraîne nécessairement la fusion d'une proportion si considérable de matières inutiles.

Un garbillador prépare environ 10 à 12 quintaux (460 à 550 kil.) par jour. Il gagne à la journée de 5 1/2 à 6 réaux ($1^f,45$ à $1^f,60$), et s'il tra-

vaille à prix fait, ce qui arrive le plus souvent, on lui donne de 1/2 réal à 1 réal par quintal, suivant la nature du minerai.

Guardilloneros.] Les *guardilloneros* enfin sont ceux qui nettoient le guardillon ou la partie la plus pauvre des minerais. Ils livrent de 10 à 15 quintaux (460 à 700 kil.) de guardillon trié par jour, et sont payés soit à la journée 5 à 5 1/2 réaux (1f,30 à 1f,45), soit à prix fait à raison de 4 à 6 cuartos le quintal (0f,30 à 0f,45 les 100 kil.) Ce nettoyage se fait à la main et au marteau.

Les poussières (polvos) provenant de toutes ces préparations ont été quelquefois achetées et travaillées avec profit. Il est vrai qu'alors elles provenaient des mines riches et des travaux faits à l'origine. Il est très-douteux que maintenant on pût en tirer un bon parti.

Ouvriers pour les maçonneries. Il y a une autre classe d'ouvriers qui sont employés à l'intérieur pour la construction des muraillements :

Le *maître maçon* reçoit de 12 à 14 réaux (3 fr. à 3f,50) par jour.

Les *maçons* gagnent de 8 à 10 réaux (2 fr. à 2f,50).

Les *amazadores* ou gâcheurs de plâtre, 6 à 8 réaux (1f,50 à 2 fr.).

Les autres manœuvres sont des hommes de gavia.

Dans la mine Observacion, où l'on exécute depuis quelque temps des travaux de consolidation considérables, il y a deux maîtres maçons. Les mines voisines qui ne suivent pas toutes cet exemple si sage, commencent, par suite d'éboulements fréquents et des dangers qu'elles présentent (notamment la Virgen del Carmen), à voir leur avenir sérieusement compromis.

Charpentiers. Il y a par chaque mine importante un ou deux carpinteros (charpentiers) payés 12 réaux (3 fr.) par jour.

Surveillance. Nous nommerons enfin les *capataces* ou surveillants. Dans une grande mine, il y a deux *capataces principales* à 12 ou 14 réaux (3 fr. à 3f,50) par jour, pour la direction générale des travaux.

Un *capataz de fortificacion* pour la surveillance des travaux de muraillement, et deux ou trois autres capataces pour les mineurs et hommes de gavia, payés 9 réaux (2f,25) environ par jour.

Matériaux. Câbles. Les cordes à treuil sont en spart, de 0m,055 de diamètre: elles coûtent 24 maravédis la vare courante (0f,23 le mètre courant); il faut les renouveler environ chaque mois dans une exploitation active.

Les machines à molettes font usage, ou bien de cordes en chanvre de Barcelone, ou bien de cordes en spart, coûtant 400 réaux les 100 vares (1f,25 le mètre courant).

Paniers. Les paniers qui servent aux transports et à l'extraction (*esportones*) sont fabriqués en spart à Vera, Cuevas de Vera et les environs. Ils coûtent 13 à 14 réaux (3f,50) la douzaine. Une extraction quotidienne de 1.000 à 1.600 arrobes (11.500 à 18.400 kil.), comme celle de la Observacion par exemple, consomme journellement de 2 à 3 douzaines de ces paniers.

Briques. Les maçonneries intérieures se font en briques pour les parties voûtées, et en débris schisteux pour les planchers qui recouvrent les voûtes. Le plâtre est employé partout au lieu de mortier à chaux et sable.

Les briques ont 0m,07 d'épaisseur; elles viennent

de Boca de Mairena, au pied même de la Sierra, et coûtent 23 réaux (6 fr.) le cent ; il en entre de 120 à 130 par vare cube.

Le plâtre coûte 2 1/2 réaux la fanega (1f,09 l'hectolitre). Il en faut environ 5 fanegas par vare cube de maçonnerie (4 hectolitres environ par mètre cube).

La vare cube de maçonnerie revient à cause de cela à 60 réaux pour les parties voûtées (arcos de boveda), soit 21f,40 le mètre cube, et à 40 réaux pour les parties de remplissage, soit 14f,30 le mètre cube.

Bois. Le bois de pin, qui est, nous l'avons vu, d'un emploi très-restreint, vient d'une chaîne un peu plus avancée dans l'intérieur des terres : il se vend au pied courant en arbres de 0m,20 à 0m,28 de diamètre. Le prix est de 4 réaux le pied courant, ce qui établit le stère à environ 82 ou 83 fr.

Eau. Enfin, une matière première du prix de laquelle il faut tenir compte dans ces régions arides, l'*eau*, qui est indispensable aux ouvriers tant pour leur entretien personnel que pour le gâchage du plâtre, le refroidissement des barrenax, etc., est apportée de quelques puits situés dans la montagne et qui constituent une propriété très-recherchée.

Un âne porte 4 cantaros (grandes cruches) de 10 à 11 litres chacune ; une charge de 40 à 44 litres coûte rendue 2 à 3 réaux, suivant les distances. Le litre revient donc dans la mine de 0f,013 à 0f,018.

Achat du minerai. Le minerai nettoyé et mis en tas au carreau de la mine, est acheté là, soit sur un simple examen et sur la réputation de l'exploitation, soit après des prises d'essais faites au préalable par les fon-

deurs. Cette méthode, la seule rationnelle, s'introduit de jour en jour davantage. Il faut remarquer aussi que plusieurs usines sont entre les mains des propriétaires de certaines mines et travaillent nécessairement leurs minerais.

Transport du minerai aux fonderies.

Le transport du minerai se fait par caravanes d'ânes qui vont soit aux usines voisines, comme le *Tomillas*, par exemple, soit plus généralement jusqu'à la mer au petit bourg de Villaricos où s'élèvent plusieurs fonderies.

Du Jaroso à Villaricos, il y a 1 lieue 1/2 d'Espagne. L'âne fait deux voyages par jour en portant 2 quintaux par voyage. On paie 4 1/2 à 5 réaux pour la journée. Un homme et deux gamins chargent, conduisent et déchargent 20 à 25 ânes. La Rembla qui longe la Sierra de Almagrera au Sud, est constamment sillonnée par ces convois.

Ces prix établissent le transport du Jaroso à Villaricos à $0^f,64$ les 100 kil.

Du Jaroso au Puerto de las Aguilas, qui est aussi à la fois un centre de fonderies et un port d'embarquement pour les autres points de la côte, un âne fait un seul voyage par jour, pour le même prix : les 100 kil. coûtent donc $1^f,28$ de transport.

Les chiffres suivants, que je dois, ainsi que la plupart des renseignements qui précèdent, à l'obligeance de don Guillermo Bachilles, l'ingénieur de la mine Observacion, actuellement une des plus florissantes et des mieux aménagées, serviront à apprécier la valeur actuelle du filon Jaroso.

Tableau de la production de sept des principales mines du filon Jaróso, pendant l'année 1847.

NOMS DES MINES.	RECIO en quintaux métriques.	GARBILLO de 1re classe.	GARBILLO de 2e classe.	GUARDILLON et POLVOS.	
	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	
Rescatada. . .	289,8	10.060	4.851	»	TOTAL général pour l'année 1847. q. m. 152.824,3
Esperanza. . .	1.995,0	39.985	15.230	1.741,50	
Diosa.	573,0	7.907	4.061	»	
Carmen. . . .	869,0	8.887	11.413	»	
Animas. . . .	55,0	1.504	1.387	»	
Estrella. . . .	677,0	3.732	3.681	»	
Observacion. .	3.276,0	5.668	24.992	»	
Totaux. .	7.734,8	77.743	65.615	1.741,50	

Pendant le premier trimestre de 1848, le district de Almagrera et Murcie a produit : Production du district minier pendant le premier trimestre de 1848.

Argent. 27.797 marcs = 6.393k.,31, valant, à 220 f. le kil., 1.406.528 fr.
Plomb. 60.748 quint. = 2.780.608 k., à 40 f. les 100 k., 1.112.244 fr.

A ces prix, qui sont ceux du marché de Londres à la même époque, la valeur créée est de 2.518.772 fr., ce qui ferait pour toute l'année environ 5.600.000 fr. *argent* (chiffre inférieur de près de 2 millions à celui que donne M. Pernolet pour la production des seules mines du Jaroso en 1845), et en *plomb* 4.400.000 fr., soit en tout une valeur pour l'année entière de 10 millions pour le district minier dont il est question.

On a exporté pendant le même trimestre :

Argent. 25.797 marcs 2 onces = 5.933k,37
Plomb. 43.783 qx. 2 arrobes = 2.014.052k,5

et on a vendu dans le royaume :

Argent. . .	1.524 marcs 2 onces	=	350k,58
Plomb. . .	979 qx. 3 arrobes	=	45.068k,50

Détails sur la vie et les usages des ouvriers.

J'ajoute ici quelques détails assez curieux sur les habitudes des ouvriers dans cette Sierra. Ces détails sont presque tous extraits de l'ouvrage publié par l'inspecteur général des mines, don Ezquerra del Bayo (*Datos y observaciones sobre la industria minera*). Quelques-uns sans doute ont été altérés légèrement dans ces dernières années; mais ils donnent cependant assez exactement une idée de la physionomie curieuse de ce pays, où il a fallu *ex abrupto* improviser une population de plusieurs milliers d'ouvriers.

On enrôle les travailleurs de deux manières : soit en leur payant simplement leur journée, soit en leur fournissant la nourriture. Dans ce dernier cas, on traite pour les vivres avec des entrepreneurs spéciaux.

Nourriture.

La dépense d'un homme est évaluée à environ 3 réaux (0f,80) par jour. Il mange 3 livres de pain et consomme environ 8 litres d'eau pour boire, faire la soupe, etc. Jamais il ne boit de vin ni ne mange de viande.

On fait trois repas. Le déjeuner se compose d'un grand chaudron plein d'eau chaude, à laquelle on ajoute du sel et par-dessus un peu d'huile avec quelques gousses d'ail. Dans ce chaudron l'on fait tremper du pain, en sorte que l'on a une sorte de soupe à l'ail. Les ouvriers appellent cela *le café*. Ils se réunissent en cercle, assis par terre autour de la gamelle, sous le toit en roseaux qui s'élève près de la bouche du puits, et qui leur sert également d'abri pour dormir la nuit sur la dure, simplement enveloppés dans leur manta.

Pour le dîner viennent deux soupes de diffé-

rentes sortes, variant entre le riz, les pommes de terre, les haricots secs, les pois chiches et le vermicelle. Ce repas est le *bazofio* (macédoine).

Pour le souper vient une autre gamelle semblable, qu'on nomme *gandinga*. Point n'est besoin de faire observer que tous ces repas, fournis à l'entreprise, ne sont pas toujours des mieux soignés, malgré les efforts que font les propriétaires des mines pour contraindre les entrepreneurs à exécuter les clauses de leurs marchés.

Le costume de mine est des plus simples : une chemise, des caleçons et des alpargatas (sandales en spart); quelques-uns portent une ceinture. Dans la ceinture ou dans le cordon qui lie les caleçons, l'ouvrier passe un bâton avec des mèches et des allumettes, son couteau, du papier, du tabac et un morceau de pain. Rarement on en voit qui descendent avec un petit cabas en spart, suspendu à leur épaule. Vêtements.

Parmi les hommes de gavia, on en choisit trois ou quatre des plus éveillés pour en faire des *correos* et des *mencheros*, qui gagnent 1 ou 2 réaux de plus par poste.

Le *correo* porte constamment une cruche à huile et une provision de mèches; il accourt au premier appel pour raviver les lampes de tous les travailleurs qui se trouvent dans la mine. Il a encore pour tâche de remonter à la forge les outils en fer qui s'émoussent pendant le travail, et de redescendre du magasin ceux qui doivent les remplacer. Il faut, dit avec raison M. Ezquerra, être un *muchacho* (familièrement jeune homme) et muchacho espagnol, pour supporter une si grande fatigue. Malgré tout ce travail, il monte et descend en chantant et sautant, et adressant ses

lazzis à tous ceux qu'il rencontre, surtout aux ouvriers novices.

On appelle *menchero* celui qui fait les mèches pour tirer les coups de mine.

Les capataces de gavia marchent armés d'un fouet, dont, par une habitude un peu barbare, ils font quelquefois usage sans ménagement.

Les ouvriers devraient avoir déjeuné avant d'entrer dans la mine; aussi le seul repos réglementaire est-il d'une heure, dans le milieu du jour, pour le dîner. Mais souvent les entrepreneurs des vivres, et surtout ceux qui fournissent l'eau, se trouvent en retard; on ne les attend pas pour se rendre au travail, et il faut ressortir de la mine pour le déjeuner. Un capataz de la surface donne le signal de la sortie en frappant quelques coups sur le treuil et criant : *Cadena!* (la chaîne!)

Cet appel agréable est répété par les chargeurs qui se trouvent au fond du puits, et va se communiquant de proche en proche jusqu'aux dernières parties de la mine. Tous les ouvriers se mettent en marche pour la surface.

Ce temps de repos pour le repas s'étend à tous les hommes de la mine, tant à ceux de l'intérieur qu'à ceux de l'extérieur, même s'ils se nourrissent à leurs frais. Mais à côté de cela on accorde encore quelques petits repos pour fumer, à la volonté des capataces de gavia de l'intérieur; ils durent environ 15 minutes et sont de quatre à cinq par poste.

Pour les annoncer on crie : *Tabaco!* (tabac!) et pour reprendre le travail on dit : *A otra!* (à un autre!) C'est chose remarquable de voir comme les ouvriers obéissent à ce signal, même s'ils se trouvent isolés à l'extrémité d'une excavation.

Il est probable que le mot de *cadena* vient du temps où les mines, en Espagne, étaient travaillées par les condamnés.

Au changement de poste, les mineurs laissent tous leurs outils à l'endroit où ils travaillent, et les ouvriers du poste entrant se placent où ils trouvent des outils et continuent le trou de mine commencé. Cette coutume vicieuse entraîne la perte des outils, qui restent quelquefois plusieurs jours à la même place, faute d'ouvriers, le nombre des travailleurs variant souvent d'un poste à l'autre. Du reste, il est impossible que les mineurs dérobent quelque objet que ce soit; car ils passent tous par le puits à la bouche duquel se trouve présent un capataz, et leur seul vêtement est une chemise et un caleçon.

Il n'y a pas d'heure fixe pour tirer les coups de mine : chaque mineur tire le sien quand il est achevé; tout au plus les ouvriers les plus rapprochés prennent-ils quelques précautions. On avertit en criant : *Barreno* ! (coup de mine !) et chacun se garantit comme il peut, heureux si ce cri ne lui arrive pas des quatre côtés à la fois.

Le travail ne se continue pas toute l'année sans interruption; la période de travail qui s'écoule entre deux vacances se nomme une *varada*.

Les premières vacances arrivent aux trois jours du carnaval;

Puis vient la Semaine-Sainte et la Pâque;

Les trois jours de la Pentecôte;

Deux ou trois jours pour le Corpus-Christi;

Autant pour la Vierge del Carmen, patronne de ces mines;

Huit jours en août pour la foire de Cuevas de Vera;

Et enfin à Noël, depuis le soir du 24 décembre jusqu'au 2 janvier.

On travaille, du reste, les autres dimanches et jours de fête. Une chapelle a été construite au milieu des mines, sur la concession Estrella, aux frais des cinq premières compagnies, sous les auspices de don José Sanchez Puerta, curé de Cuevas, qui s'est si bien fait connaître lors de l'organisation des premières entreprises. On dit la messe dans cette chapelle. Chaque travailleur, averti par le son de la cloche, répété à l'intérieur, suit la célébration du saint sacrifice dans sa pensée, depuis le chantier où il se trouve, et reprend ensuite sa tâche interrompue.

Cette coutume de vacances fréquentes dérive de la nature même du pays, qui est très-peu peuplé, surtout la Sierra et ses abords, à cause de la disette d'eau. Sur ces mines on ne rencontre pas de femme : l'observation de cette mesure est même assurée d'une façon un peu grossière.

Lorsqu'il paraît quelque femme, tous les ouvriers de la surface, jusqu'aux hommes du treuil, commencent à pousser des cris affreux, entremêlés de mille injures, en l'accompagnant du bruit des outils en fer qu'ils entrechoquent. Cette scène ne peut se comparer qu'à l'apparition d'un alguazil dans la place des taureaux. Il résulte de là que les ouvriers vivent séparés de leurs familles, mais les visitent de temps en temps, ne fût-ce que pour prendre du linge frais. Dans les vacances trop courtes, les ouvriers dont la demeure est très-éloignée descendent au bord de la mer pour se baigner et laver leurs vêtements.

Minerai de la Sierra de Gador.

Les détails me manquent absolument sur les minerais de la Sierra de Gador, je puis dire seule-

ment qu'après février 1848, un grand nombre d'exploitations furent arrêtées. Les fonderies de MM. Guerrero et Figuerroa ont suspendu leurs travaux. M. Heredia dans l'usine Saint-André, et MM. Barrionuevo dans celle de l'Amistad, ont seuls continué leurs travaux, mais sur une échelle beaucoup moindre.

Le prix du minerai est tombé de 8 et 7 1/2 réaux à 6 et 5 1/2 l'arrobe (de 18f,25 à 13f,75 les 100 kil.)

Le plomb marchand, de 60 réaux à 48 réaux le quintal (de 32f,60 à 26 fr. les 100 kilog.)

Escoriales.

Les *escoriales* sont des amas quelquefois considérables de scories anciennes provenant d'un travail imparfait de minerais plombo-argentifères. On a, dans ces dernières années, trouvé un grand avantage à refondre ces matières, et l'on en a retiré non-seulement du plomb, mais même encore de l'argent. L'usage s'en est d'autant plus répandu que les fabricants y ont trouvé en même temps qu'une matière première utile à traiter pour elle-même, un fondant excellent pour les minerais si peu fusibles des affleurements du Jaroso.

On a rencontré un assez grand nombre de ces escoriales, et l'on en découvre encore à présent sur différents points du littoral et même dans l'intérieur des terres, au voisinage des mines de cuivre ou de plomb. Le seul district de Carthagène en comprenait 24 en exploitation en 1847, occupant ensemble 600 hommes et 240 bêtes de trait. Ils ont produit 1.290.000 quintaux (593.400 quintaux métriques) de scories prêtes à la fusion. Dans les sept premiers mois de 1848,

on a dénoncé en Espagne 60 nouveaux escoriales de plomb, situés pour la majeure partie dans les limites de l'inspection d'Almagrera et Murcie, tandis que dans le même temps l'on n'en abandonné que 30. Ces chiffres, qui se rapportent à une époque pendant laquelle l'industrie était en souffrance, montrent la valeur que l'on attache à ces dépôts. Il y en a dont on a refusé jusqu'à 500.000 fr.

Dans ces escoriales, il y en a d'époques évidemment différentes: mais on n'a jamais dans un même dépôt constaté des scories de plusieurs âges, comme on l'avait avancé. On en rapporte la plus grande partie aux travaux des Romains. Dans ces scories, les unes viennent de fourneaux à courant d'air naturel, les autres de fourneaux à courant d'air forcé. Ces distinctions s'établissent sur l'apparence même des scories, qui sont allongées et bulleuses ou bien ramassées en grumeaux coagulés comme des crasses de réverbères.

Les matières d'escoriales n'ont longtemps subi aucune préparation mécanique, ou tout au plus un grossier triage à la main. Aussi ne faisait-on emploi que des fragments les plus gros qui facilitaient la fusion. La richesse en plomb est allée jusqu'à 14, 16 et 17 p. o/o; la teneur en argent est généralement faible, mais très-variable.

L'activité avec laquelle on a puisé dans ces dépôts, a rapidement fait craindre d'en voir la fin. Ce moment, qui ne peut être très-éloigné, a cependant été retardé par l'emploi d'une préparation mécanique très-simple que l'on fait subir aux menus laissés de côté dans les premières années des travaux.

Un grand nombre d'escoriales nouvellement

dénoncés, ne sont par suite que des escoriales anciens que l'on reprend de la sorte pour en extraire les débris, de la grosseur de grains de riz, qui s'y trouvent mêlés et enveloppés de terre.

On se sert pour le lavage d'un crible rectangulaire où des fils de fer sont tendus parallèlement au petit côté et à une très-faible distance les uns des autres. Ce crible entre dans une caisse remplie d'eau : il est attaché au bout d'un levier en bois, au moyen duquel on peut lui imprimer des secousses qui séparent par zones la terre et les scories suivant leurs pesanteurs spécifiques. Au bout de 3 ou 4 minutes, on lève le crible, l'eau retombe dans la caisse. Un ouvrier enlève alors la terre, puis la scorie ; un second fait manœuvrer le levier à secousses.

Par ce travail si simple, on enlève environ 50 p. 0/0 de terre et de matières stériles, et la scorie qui reste tient encore jusqu'à 12 p. 0/0 de plomb, et peut entrer dans les lits de fusion, en la mêlant avec du minerai en morceaux d'une grosseur suffisante.

Minerai de plomb carbonaté.

Dans toutes les fonderies de la côte, à Carthagène, Aguilas, Villaricos, Alméria, on commence à faire des essais en grand et d'une manière très-suivie sur la fusion des plombs carbonatés, souvent zincifères et ferreux, et quelquefois (dit-on) argentifères, qui se rencontrent en amas à la surface sur beaucoup de points, mais surtout aux environs de Carthagène.

Ces minerais ont été jusqu'ici livrés assez impurs ; et tout contribuant, dans les autres matières dont on dispose, à rendre la scorie calcaire, on n'a pas encore organisé un travail bien normal de

cette substance. Cependant le très-bas prix auquel on peut l'obtenir, sa richesse en plomb et son abondance, lui assurent une grande importance dans l'avenir. C'est l'opinion générale dans le pays même, et elle est entièrement partagée par un des chefs du corps des mines, l'inspecteur général don Esquerra del Bayo, avec lequel j'ai eu occasion d'en parler, et à l'obligeance duquel je suis redevable d'une portion importante de mes documents.

Les amas de plomb carbonaté sont exploités au pic et sans poudre. Un homme peut en abattre jusqu'à 40 quintaux bruts (1800 kil. environ) par jour. Ce minerai tient jusqu'à 50 p. 0/0 de plomb et ne coûte à Villaricos par exemple, que 7 réaux l'arrobe (environ 16 fr. les 100 kil.)

NOTES MÉTALLURGIQUES

Recueillies dans un voyage en Andalousie, automne de 1848.

(SUITE.)

Par M. SAGLIO, ancien élève de l'École des mines.

DEUXIÈME PARTIE.

ÉLABORATION DES MATIÈRES MÉTALLIFÈRES.

Diverses méthodes sont mises en usage pour obtenir le plomb dans les fonderies de la côte sud-est de l'Espagne. Elles varient selon la nature des minerais et des combustibles dont on dispose. La plus grande partie des usines sont construites cependant sur le même modèle et emploient les mêmes fourneaux.

Je ferai connaître par des exemples ce qu'il y a de plus saillant dans chaque méthode, en donnant autant que possible la consistance de quelques usines, les dessins des fourneaux caractéristiques, les prix des matériaux et de la main-d'œuvre, tels que je les ai recueillis moi-même.

Je place avant ces descriptions une liste des usines existantes au moment de mon voyage,

telle que j'ai pu la composer au moyen de renseignements rassemblés de tous côtés. Elle est nécessairement incomplète : mais assez près de la réalité cependant, pour qu'en la parcourant on puisse prendre une idée exacte de la situation actuelle.

Dans ce dénombrement, je suis la côte méditerranéenne en descendant du nord au sud.

Relevé des fonderies pour plomb et argent.

POSITION.	NOM DE L'USINE.	NOMS DES PROPRIÉTAIRES ET OBSERVATIONS DIVERSES.
Grao de Valence. .	Valenciana.	MM. Ragua frères.
Idem	Vera Valentina. . .	
Alicante et les environs.	Británica.	Cie anonyme anglo-espagnole.
	Alicantina.	
	Las Palmas.	
	Lealtad.	
	S. Juan.	
	Española.	
Porman, quelques lieues à l'E. de Carthagène, sur la côte	Maria y Julia. . . .	Don José Maria Roldan.
	Orcelitana	Caballero, Sorzano, Albornoz et Cie, d'Oribuela.
	Adelaïda	Ant. Soriano.
Baie d'Escombreras, à l'entrée de la rade de Carthagène.	San Isidoro.	M. Roux de Frayssinet, de Marseille.
	San Jorge.	Cie anglaise.
Alumbrés.	Esperanza.	Cie anonyme.
Ste-Lucie, faubourg de Carthagène. .	Franco Española. .	Pillet frères et Cie.
	Cartagenera.	Cie anonyme.
Mazarron.	Regeneradora . . .	Albacete, Buytrago et Cie.
District de Lorca. .	Virgen del Rosario.	Propriétaire et position exacte, inconnus.
Côte à l'E. d'Aguilas.	Virgen del Pilar. .	Ballesteros, Mencion y Moyardo, construite par des Allemands.
Idem	Constancia.	Cie Miralès, de Barcelone.—Arrêtée depuis assez longtemps.
Idem	Union.	M. B. Perier et Cie.
Côte à l'O. d'Aguilas.	Iberia.	Cie anglo-espagnole. — Usine construite à grands frais, avec machines à vapeur, etc. N'a jamais fonctionné régulièrement.

POSITION.	NOM DE L'USINE.	NOMS DES PROPRIÉTAIRES ET OBSERVATIONS DIVERSES.
Idem	San José	Don A. J. Romero et Cie. — Se compose de deux usines accouplées se communiquant par-dessous la route. — Grande activité.
O. d'Aguilas, dans la gorge de la Brusca.	La Aurora.	D. Domingo Rosigneli.
Côte entre Aguilas et Villaricos. . .	L'Esparton et deux autres.	*Idem*. — Arrêtées.
Rambla del Táral, au pied de la Sierra de Almagrera.	Fábrica del Taral.	*Idem*.
Au sud de la Sierra Almagrera. . . .	El Tomillar.	Don José Pedro Perez.
	Contra viento y marea.	Cie anglaise. — Arrêtée.
Côte de Villaricos.	La Esperanza, ou Fábrica del Cura.	Don José Sanchez Puerta et Cie (curé de Cuevas). — Même société que pour la mine Esperanza du filon Jaróso. — Arrêtée.
Idem	Carmelita.	Don Miguel Solés et la plupart des propriétaires de la mine Carmen du filon Jaróso. — Arrêtée.
Idem	La Madrileña, ou Fábrica del Duro.	Héritiers Rodas et Cie. — Arrêtée.
Idem	Tres Amigos. . . .	Le duc de Rianzarès, principal propriétaire. — En pleine activité.
La Garrucha. . . .	San Ramon.	Don Ramon Orozco et Cie. — Arrêtée.
District de Cuevas.	Pobres de Huelcar. Encantada. . . . . Concepcion. . . . . Santa Rosalia. . . .	Je n'ai pas exactement la position de ces usines, non plus que les noms des propriétaires.
Almeria, à l'O. sur la plage.	Nom inconnu. . . .	Don Nicolas Marin ? — Active.
	Idem	Veuve Blasco.
	Idem	Quesada et Scheinagel.
Adra.	San Andrès.	Don Manoel Agustin Heredia. — Grand établissement à l'anglaise, avec machine à vapeur et chaudières Pattinson.
Idem	Hortalès.	Don Luis Figuerroa. — Cinq fourneaux. — Arrêtée.
Idem	La Amistad.	MM. Barrionuevo.
Sur la rivière de Adra, un peu plus au nord.	La Alqueria.	M. Guerrero. — Six fourneaux. Arrêtée.

En tout, 26 usines.

Usine San Isidoro, près Carthagène.

La fonderie de San Isidoro dans la baie de Escomburas, près de Carthagène, traite surtout des scories anciennes et modernes et des minerais inférieurs (guardillons et polvos) d'Almagrera.

Les scories des escoriales sont lavées comme il a été dit plus haut, après que par plusieurs criblages on a réuni les morceaux de même volume. Cette préparation se fait auprès de l'escorial même.

Fourneaux employés.

Le travail se fait dans des fourneaux à manche à peu près les mêmes que ceux indiqués dans les planches qui accompagnent cette description. (*Pl. II* et *III*.) Il y avait en feu à mon passage un grand four à manche et deux petits à peu près moitié du grand chacun.

Outre ces fourneaux à manche construits sur les principes ordinaires, il y avait 2 fours ronds, cylindriques, à 2 tuyères chacun, bâtis sur les dessins de M. Roux de Frayssinet, le directeur de l'usine. Ils sont formés en cylindre de $1^m,10$ de diamètre intérieur, à creuset évidé en poche pour rassembler le métal, sur une sole en brasque de $0^m,25$ à $0^m,30$ d'épaisseur. La hauteur totale de la cuve est d'environ $2^m,50$ au-dessus de la brasque. Les 2 tuyères séparées par un angle d'environ 100° sont élevées de $0^m,08$ à $0^m,10$ au-dessus de la sole ; le vent, en allure normale, est à très-peu près horizontal ; on incline un peu les buses quand le creuset devient pâteux. Les tuyères ont $0^m,10$ à $0^m,12$ de diamètre, et le vent est fourni par des soufflets mis en mouvement par des hommes, comme pour les fourneaux à manche.

Le travail est continu pendant chaque campagne, qui dure environ 40 jours. Dans la partie la

plus exposée de l'action du feu, la chemise est construite en briques réfractaires de 9 pouces, qui viennent de Newcastle avec le coke. Pour le reste on se sert d'une pierre schisteuse du pays, qui est suffisamment réfractaire.

Il n'y a pas de massif; malgré la perte de chaleur qui en résulte, M. Roux a préféré ce mode, qui permet de réparer très-facilement les parties endommagées par la fusion. On m'a assuré que le travail de ce fourneau (tout nouveau du reste et peut-être encore insuffisamment expérimenté) donnait une économie de combustible.

Dans cette usine, c'est le chargeur qui a la conduite du fourneau. Le fondeur ne s'occupe que de la coulée et du soin de la devanture; il ne suit pas même les tuyères. Main-d'œuvre.

La main-d'œuvre pour un four à manche, pendant vingt-quatre heures, est comme suit :

1 fondeur. . .	7 réaux	(1^f,75)
1 aide-fondeur.	6^r	(1^f,50)
3 chargeurs. .	10^r l'un	(2^f,50)
12 souffleurs. .	6^r l'un	(1^f,50)
Préparation du lit de fusion.	12^r pour les petits fours	(3^f,00)
	20^r à 22^r pour les grands fours	(5^f à 5^f,50)
2 monteurs des charges.	7^r l'un	(1^f,75)
Enlevage des scories.	18^r pour les grands fours	(4^f,50)
	8^r pour les petits fours	(2^f,00)

Ce qui fait, pour un grand four à manche, 41^f,75 par 24 heures, et pour un petit four à manche, 37^f,25, dont 18 fr. pour la soufflerie seulement, soit 50 p. 0/0 de la main-d'œuvre.

Le lit de fusion d'un four à manche se composait, pour 24 heures, de : Lit de fusion.

120 qx. ou	5.520 kil.	scories d'Escoriales.
140	6.440	scories argentifères modernes d'Almagrera.
100	4.600	guardillon d'Almagrera.
20	920	galène à 10 p. 0/0 plomb (minerai des environs).
65	2.990	scories de l'usine provenant de mauvais travail.
445 qx.	20.470 kil.	

Les scories désignées comme scories argentifères d'Almagrera proviennent des premières fusions des minerais du Jaroso, fusions mal réussies et où une portion notable de métal passait dans la scorie.

Avec cela on brûlait par 24 heures : 50 à 55 quintaux (2.300 à 2.500 kil.) de coke de Newcastle, coûtant à terre, tous frais payés, de 14 à 15 réaux le quintal (8 fr. les 100 kil.)

On obtient ordinairement 18 quint. (828 kil.) de plomb d'œuvre, qui tient à peu près 4 1/4 onces d'argent au quintal (265gr.,6 aux 100 kil.). Les frais spéciaux pour 100 kil. du lit de fusion, donnant 40 kil. plomb, seraient donc à peu près :

	fr.
Main-d'œuvre.	0,204
Coke, 12 kil., 7 à 8 fr. les 100 kil. . .	1,016
	1,220

Et pour 100 kil. de plomb, 3f,05, soit environ 3f,25 avec le fer brûlé, réparations d'outils, etc.

Cette fabrique, qui passe pour être dans un état commercial prospère, n'a opéré pourtant jusqu'à présent que sur des matières en quelque sorte exceptionnelles, sur des scories anciennes qui s'épuisent, sur des scories modernes de mauvais tra-

vaux, et sur des résidus de haldes vendus à vil prix par des mineurs qui n'en connaissaient pas la valeur. C'est un exemple de ce que peuvent l'activité et l'intelligence dans ce pays où il y a tant à faire pour un bon métallurgiste; exemple d'autant plus frappant que, sur d'autres points de la côte, on a vu des usines, alimentées régulièrement et en bons minerais, végéter sans profit, et fermer enfin quelquefois avec des pertes considérables.

Almeria. Sur la plage d'Almeria, resserrée entre la mer et la montagne, s'élève une petite usine très-active. On lit sur la porte le nom de Nicolas Marin; je suppose que c'est celui du propriétaire, à l'accueil plein de bienveillance duquel je dois les renseignements qui suivent.

Consistance de l'usine. Cette usine se compose de deux fourneaux castillans (c'est ainsi qu'on les nomme sur les lieux), dont je donne un croquis (*Pl. II, fig.* 8 à 11), d'un four à manche pour refondre les crasses des deux premiers, et d'une tour de granulation pour fabrication du plomb de chasse, avec petit atelier de criblage, de triage et de polissage des grains.

Combustible. Ce qui différencie profondément les *hornos castellanos* de tous les autres que j'ai vus, c'est la nature du combustible que l'on y emploie. Dans la conduite *a* (*Pl. II, fig.* 11), qui est le foyer du fourneau, on place sur la maçonnerie même, sans grille, l'atocha et le romarin que de petits garçons vont ramasser sans cesse par la montagne où rien autre ne croît, et qu'ils ramènent à l'usine, sur leurs ânes chargés de trois énormes bottes de ce singulier combustible. La forme des fourneaux, la marche de l'opération, sont des conséquences nécessaires de ces données.

Dans une journée de vingt-quatre heures on fait quatre opérations complètes.

Travail. Pendant que le plomb, résultant de l'opération précédente, repose dans le petit bassin latéral *b* (*Pl. II*, *fig.* 9 et 11), on étale sur la sole les dernières crasses que l'on a écumées sur le métal pendant qu'il était dans le creuset antérieur *c* (*fig.* 8 et 11); puis on charge le nouveau minerai avec des conches en tôle, munies de deux poignées au moyen desquelles on le lance sur l'aire du fourneau par la porte de travail. Le recio et le garbillo sont mélangés : le dessus pourtant était du garbillo pur. Les morceaux de recio varient de 1/4 à 2/3 décimètre cube. On charge en tout 50 arrobes (575 kil.) par opération, dont 1/5 recio et le reste garbillos. On mélangeait à la charge du carbonate de plomb en petite proportion, seulement encore comme essai.

Le chargement fait, on étale le minerai sur la sole : il a alors une épaisseur d'environ $0^m,25$ au milieu, qui va en s'affaiblissant vers la circonférence. A la fin du chargement, le feu est tombé depuis 25 minutes; le four est sombre. On allume alors modérément dans le foyer; puis aussi à la porte de travail on fait brûler quelques bourrées, en laissant de petits intervalles, de manière à avoir une succession plusieurs fois répétée d'atmosphère oxydante et d'atmosphère réductive.

Quand le minerai commence à se fritter, on renouvelle les surfaces avec un ringard en fer; puis on refait du feu, et ainsi de suite, pendant $1^h,30'$. La matière, qui commence alors à être pâteuse, est brossée continuement avec un ringard que l'on manœuvre en longueur, de la porte de travail au

rampant, en rayonnant de gauche à droite et de droite à gauche. Pendant ce temps on entretient un feu vif et flambant dans le foyer latéral. De temps à autre, l'ouvrier ramène avec son ringard quelques fragments de tiges à demi-brûlées, et brasse ce charbon avec les matières pâteuses.

C'est la période de réaction : le sulfate agit sur le sulfure; il commence à couler du plomb dans le creuset, avec des crasses qui surnagent et qui, au bout de quelque temps, arrivent au niveau de la dame et coulent même par-dessus.

Ce brassage et ce feu continués pendant un assez long temps, qui varie de 2 heures à $2^h 1/2$, il arrive un moment où l'oxydation a été poussée assez avant pour qu'il faille procéder à une réduction partielle, pour faire un ressuage. L'habileté de l'ouvrier consiste à bien saisir cet instant : lorsqu'il le juge arrivé, il fait faire par le chauffeur un feu violent par le foyer et la porte de travail, de manière à ce que le fourneau soit entièrement rempli d'une atmosphère désoxydante à la production de laquelle le romarin et les autres plantes à essences que l'on emploie sont très-favorables. On voit en effet, pendant les quarante minutes environ que dure cette période, sortir par la cheminée une fumée abondante.

Cela fait, on rebrasse un peu les matières, on les fait ressuer; puis on écume le bain rassemblé dans le creuset antérieur; on rejette les crasses pauvres en dehors pour les travailler au fourneau à manche, et les plus riches sur la sole pour l'opération suivante; puis on couvre le plomb de charbons et de cendres d'atocha, pris dans le foyer.

A ce moment, les ouvriers du nouveau poste commencent le chargement de leur minerai ; c'est le point où nous avons pris la description du travail.

Quant à ceux du poste sortant, ils ont fait brûler deux bottes d'atocha dans le bassin latéral, pour le réchauffer; puis le fondeur débouche le trou de coulée, fermé simplement par de l'argile et un ringard en fer. On laisse reposer le bain pendant quinze à vingt minutes, que l'on emploie à nettoyer avec grand soin les lingotières en fonte où l'on doit couler les saumons.

Ces lingotières sont polies ; mais on ne les enduit pas de chaux ni d'aucune autre substance.

Au bout de ce temps, on coule environ trois saumons par une gouttière en tôle qui reçoit le métal qui sort d'un petit trou que l'on vient de déboucher dans la planche en fonte qui ferme le devant du bassin.

La majeure partie du plomb coulée, il en reste un peu dans les oxydes, on jette une nouvelle quantité d'atocha, et l'on brasse vivement le reste du bain avec ce combustible, puis on recoule. En renouvelant plusieurs fois ce brassage, on obtient de 4 à 5 saumons par opération.

Ainsi, l'opération se résume en un grillage, une réaction activée et complétée par le brassage et un grand ressuage suivi quelquefois d'un second, quand le premier a imparfaitement réussi.

On obtient ordinairement 28 quintaux de plomb par vingt-quatre heures, soit 7 quintaux (322 kil.) par opération.

On emploie pour cela 50 arrobes (575 kil.) de minerai, et $0^k,9$ à 1 kil. de fer de Malaga pour les outils, et 50 charges d'atocha, à 3 réaux l'une.

Le four est construit en briques pétries avec le schiste argileux lie de vin du pays, qui est réfractaire, et en grès également des environs.

La sole est en argile réfractaire et poussier de coke; elle a $0^{m},28$ d'épaisseur. Les ouvriers travaillent par poste de six heures. Il y a un fondeur et son aide qui chargent, chauffent et brassent pendant l'opération, et font la coulée. Ils gagnent ensemble 11 réaux par poste.

Les frais spéciaux d'élaboration de 100 kil. minerai peuvent donc se calculer comme suit : Frais spéciaux.

	fr.
Atocha, $2^{charges},17$ à 3 r.v. l'une. . .	1,71
Fer pour les outils, $0^{k},174$ à $0^{f},68$ le kil.	0,12
Main-d'œuvre pour réparations.	0,05
Main-d'œuvre, $0^{journée},175$.	0,50
	2,38

Le minerai rendant 56 p. o/o, les frais spéciaux par 100 kil. de plomb montent à $4^{f},24$.

J'ai consacré au fourneau castillan le petit nombre d'heures dont je disposais, et n'ai aucun détail sur le travail des crasses au fourneau à manche.

L'usine, installée très-simplement, passe pour être dirigée avec une grande intelligence et réaliser des bénéfices importants. — Les ouvriers sont très-adroits. J'ai vu en magasin du plomb en feuilles très-égales coulées directement sur le sol de la fonderie, et n'ayant pas plus de 1/2 ligne d'épaisseur.

Au pied même de la Sierra de Almagrera, et près du barranco Jaróso, s'élève l'usine del Tomillar (lieu planté de thym) qui comprend : Usine del Tomillar, Sierra de Almagrera.

6 chambres de calcination du minerai,
6 fourneaux à manche,
1 fourneau de coupelle anglais.

Les chambres de grillage, où le travail se fait avec un peu de bois, de la houille anglaise et de l'atocha, sont semblables à celle que je décris plus loin pour l'usine de la Carmelita.

Le minerai grillé est passé dans le four à manche, dont je donne le croquis avec une coupe transversale de l'atelier (*Pl. II, fig.* 12 et 13). — Il y avait en feu trois fourneaux seulement à mon passage. — Une cheminée unique de 10 mètres environ de hauteur sert pour les six fourneaux; les gaz s'y rendent par un conduit en maçonnerie de 2 vares de haut sur 1 de large, précédé d'une chambre de condensation, et faisant un angle droit, sur un développement de 100 mètres environ.

Il y a pour chaque fourneau à manche par poste de six heures:

1 chargeur,
1 fondeur,
2 souffleurs.

Le vent est lancé par un soufflet pyramidal à travers une tuyère en terre réfractaire de $0^m,06$ de diamètre, que l'on adapte sur la buse en tôle du soufflet.

Le travail des souffleurs est très-pénible: debout sur deux piliers en maçonnerie, placés des deux côtés d'un grand levier en bois attaché à la queue du soufflet, ils pressent avec un pied sur ce levier et se relèvent, en se soutenant à une corde passée dans un des chevrons de la toiture.

En travail régulier, les deux hommes pesant

ensemble sur le soufflet, donnent vingt et un coups de pied par minute, le levier se relève en même temps qu'eux par l'abaissement de la partie supérieure du soufflet, au moyen des poids dont il est chargé. C'est d'ailleurs le jeu ordinaire des soufflets à jet continu. Le moteur seul est une rareté.

Le minerai travaillé vient de la mine Observacion; le plomb d'œuvre tenait à peu près 9 onces au quintal (soit 565 grammes aux 100 kil.); il est moins riche depuis quelque temps. — La coupelle est faite en chaux et os calcinés. — On y travaille par filage comme dans la méthode anglaise.

L'usine de la Carmelita, ouverte en 1842, était arrêtée quand je la visitai; je n'ai donc pu y étudier que la consistance de l'usine et la forme des fourneaux: j'en donne les croquis exacts (*Pl. III, fig.* 1 à 11): ce sont les types reproduits avec de très-légères modifications dans toutes les usines de ce district que j'ai pu visiter. **Usine de la Carmelita, à Villaricos.**

La fonderie de la Carmelita a été bâtie avec un certain luxe par les Soleres et les autres principaux propriétaires de la mine del Carmen, la plus riche peut-être du Jaróso pendant plusieurs années. **Consistance.**

Elle se compose de:

25 chambres de grillage des minerais;
13 fourneaux à manche;
2 fourneaux de coupelle allemands;
1 fourneau de coupelle anglais;
1 four à reverbère carré en construction pour la révivification des litharges;
3 chaudières en fonte pour essai de la méthode d'enrichissement par cristallisation;
1 soufflerie à manége de deux mules pour cinq fours à manche et un fourneau de coupelle;

Un homme charge un four en deux jours, et reçoit 16 réaux par four; l'opération dure 10 à 12 jours. La mine perd beaucoup de son poids, mais on n'a pu me dire le chiffre exact de la perte.

Les frais de grillage sont donc dans un grand four, par exemple, environ comme suit par 100 kil. de minerai cru :

	fr.
Main-d'œuvre de chargement, $0^{r},007$.	0,015
Bois de pin, $2^{k},5$ à $9^{f},84$ les 100^{k}.	0,246
Atocha, $0^{k},75$ sec, soit $1^{k},15$ vert, à $1^{f}11$ les 100k.	0,013
20 paniers en spart, à 1 réal pour le tout. . . .	0,020
Total.	0,294

Fours à manche. Je ne compte pas les frais de vidange, car le sirviente du four à manche est obligé de venir remplir sa brouette à la chambre même de grillage, et de porter ainsi environ 2 quintaux à la fois au four qu'il est chargé de servir.

Les fourneaux à manche sont représentés en détail *Pl. III*, *fig.* 1 à 5. La soufflerie, plus régulière qu'au Tomillas, est alimentée pour 5 des fourneaux à manche, par des soufflets pyramidaux que deux mules mettent en mouvement, et pour les autres par la machine à vapeur de 14 chevaux.

Un conduit général a remplacé les cheminées particulières figurées sur la *Pl. III*. Dans ce conduit on a ramassé jusqu'à 1.300 quintaux (près de 60 tonnes) de cadmies, dans une année. Ces cadmies sont broyées au bocard, puis pétries en briquettes que l'on grille dans 2 ou 3 chambres de calcination réservées à cet effet. On m'a assuré que pendant une année de 11 mois de tra-

vail, où l'on avait pu compter sur 4 fourneaux constamment en marche, le produit de ces cadmies avait été de 5 à 6 duros par jour, soit près de 10.000 fr. pour l'année.

On passe environ par 24 heures dans un four à manche : Consommation.

100 quintaux	(4.600 kil.) de minerai grillé,	
4	—	(184 kil.) de minerai plombeux pauvre de la Sierra de Bedal,
4	—	(184 kil.) de litharge,
10 à 12	—	(500 kil. environ) de fonds de coupelle,
60 à 70	—	(3.000 k. environ) de scories du fourneau même venant des mauvaises coulées.

Soit, en tout, 180 à 190 quintaux (8.200 à 8,800 kil.) du lit de fusion : avec 25 quintaux (1.150 kil.) de coke, soit 13 p. 0/0 comme à Carthagène, et l'on n'obtient, m'a-t-on dit, qu'environ 600 kil. plomb tenant, quand il est riche, 8 onces d'argent au quintal (500 gr. aux 100 kil.).

D'après la richesse connue en plomb des litharges, des fonds de coupelle et du minerai de Bedal, cela établirait le rendement des minerais grillés d'Almagrera seulement à 8 1/2 p. 0/0 au plus ; ce qui confirmerait les chiffres établis dans le commencement de ce mémoire sur l'appauvrissement de ces gîtes.

Un fourneau est desservi par : Main-d'œuvre.

1 fondeur (maestro) par poste de 12 h. .		9 réaux	=	2f,35
1 chargeur (cargador)	*id.*	7	=	1f,85
1 tireur de crasses par 24 heures. . .		5	=	1f,30
1 aide (sirviente)	*id.*	5 1/2	=	1f,45

Le fondeur dirige tout le travail ; il surveille la tuyère, fait la coulée et règle la quantité de sco-

ries chargées, etc. Le chargeur monte au niveau de chargement les paniers de lit de fusion et de combustible que lui apporte le sirviente, et les verse dans le fourneau.

Le sirviente, qui a le travail le plus pénible, va chercher aux fourneaux de grillage, souvent à 50 mètres de distance et davantage, le minerai grillé qu'il rapporte sur une brouette et charge dans des paniers de spart. Il va également d'un autre côté chercher le coke, que l'on pèse sur place et qu'il rapporte au chargeur. Il faut que dans la journée il s'arrange de manière à pourvoir à la fusion pour les 24 heures.

Le tireur de crasse doit tenir libre et propre le plan incliné sur lequel coulent les scories du fourneau, et la place entière au devant de l'appareil.

Frais spéciaux par 100 kil.

D'après ces données, on peut établir comme suit les frais spéciaux par 100 kil. du lit de fusion:

Main-d'œuvre, 0j,07.	0,131
Coke, $13^k,53$, à 8 fr. les 100 kil.	1,082
Total.	1,213

et le rendement sur l'ensemble étant de 7 p. o/o de plomb, les 100 kil. de plomb coûteront en frais spéciaux pour fusion au four à manche, 17f,33. C'est un prix quatre fois plus élevé que celui que nous avons calculé pour Alméria dans le fourneau castillan; mais on traite ici des minerais que l'on ne pourrait traiter par la méthode d'Alméria, et l'on obtient des plombs passablement argentifères.

Il est probable néanmoins qu'il y a dans mes données sur le rendement quelque chiffre trop faible, car aux prix actuels des minerais, les frais que nous venons de passer en revue établiraient

les usines en perte; et je sais que plusieurs de celles qui travaillent dans des conditions analogues réalisent des bénéfices.

Coupelles.

Les coupelles ne m'ont rien offert de particulier; les briques que l'on y emploie sont moulées avec une argile noirâtre que l'on trouve à Villaricos, au fond de la Sierra, sur le bord de la mer. Les fonds de coupelle sont composés de chaux et de cendres végétales.

L'essai d'enrichissement du plomb par la méthode Pattinson n'a été fait que très-incomplétement, et il paraît avoir médiocrement réussi.

Fabrica Esperanza, à Villaricos.

La construction de cette usine est due à la société de la mine Esperanza du Jaróso et particulièrement à l'âme de cette entreprise, don Sanchez Puesta, curé de Cuevas. Elle était arrêtée depuis un an. Elle se compose de :

Plusieurs aires de grillage pour les minerais entre murs élevés à hauteur d'appui ;
12 chambres de calcination semblables à celles de la Carmelita ;
1 four à réverbère à deux soles pour griller le minerai ;
10 fourneaux à manche semblables à ceux de la précédente usine, et dont les fumées se rendent à une cheminée unique en passant par un conduit général qui a $0^m,95$ de large sur $0^m,20$ de haut ;
2 coupelles allemandes accouplées, ayant $2^m,50$ de diamètre intérieur.

Les fourneaux à manche et les coupelles sont soufflés par 6 mules qui mettent en mouvement des soufflets pyramidaux. Ces mules tournent autour d'un manége dont l'arbre vertical engrène sur un arbre horizontal qui porte les cames motrices de chacun des soufflets.

Fabrica Madrileña, à Villaricos.

J'ai représenté, *Pl. II*, *fig.* 15, la disposition générale de la fabrique Madrileña ou del Duro, placée un peu au Sud de la précédente, tout au bord de la mer.

Cette usine, également en chômage depuis un an quand je l'ai visitée, se composait de :

18 chambres de calcination tenant 500 quintaux de minerai par opération;
2 fours à réverbère pour griller les minerais;
5 fours à manche de construction semblable à ceux de la Carmelita, quoique un peu plus petits ($0^m,80$ sur $0^m,50$ intérieurement);
2 fourneaux de coupelle allemands;
2 fourneaux de coupelle anglais;
1 meule à broyer des os;
1 atelier de préparation des coupelles;
Des magasins pour briques anglaises, fer, plomb, etc.
1 laboratoire d'essai, avec petit fourneau pour raffiner l'argent;
Des bureaux et habitations.

Le gardien qui m'a montré les ateliers déserts, m'a dit que chaque fourneau produisait environ 575 kil. de plomb (50 arrobes), en fondant 300 arrobes (3.450 kil.) de minerai par 24 heures, ce qui mettrait la richesse du minerai à 17 p. 0/0. en plomb. Le plomb riche tiendrait environ 10 onces d'argent au quintal (626 gr. aux 100 kil.).

Fabrica de los Tres Amigos, près Villaricos.

Cette usine était en pleine activité; le duc de Rianzarès en est le principal propriétaire.

La disposition générale en est représentée *Pl. II*, *fig.* 14; elle comprend :

12 chambres de grillage de 500 quintaux par opération; elles ont les dimensions des chambres de la Carmelita, mais elles ne sont point voûtées;

4 fourneaux à manche semblables à ceux des usines précédentes;
1 paire de fours à grand tirage (homos de gran tiro), que je décris dans une note à la fin de ce mémoire, et leur cheminée commune;
1 fourneau de coupelle anglais;
2 fourneaux de coupelle allemands;
Magasins, bureaux, laboratoire et habitations.

Les minerais traités venaient principalement de la mine Observacion du Jaróso, vendus 16 réaux l'arrobe, mi-partie recio et garbillo. On y ajoutait du minerai carbonaté pauvre en argent, du pays; il tient environ 50 p. o/o de plomb et un peu de zinc; il coûtait 7 réaux l'arrobe, rendu à l'usine.

Le grillage se mène comme à la Carmelita; mais dans ces chambres ouvertes par le haut, il ne dure que 4 à 5 jours.

Les fourneaux à manche ont une cheminée générale pour recueillir les fumées. Ils sont soufflés par un ventilateur de 1^{m},20 de diamètre, mis en mouvement par 3 mules. Le combustible employé est du coke anglais et du coke des Asturies; on trouve ce dernier aussi bon que le premier : on prétend même qu'il donne un moindre déchet en fraisil.

J'ai vu employer comme fondant dans cette usine, et dans cette usine seulement, du sable quartzeux pris au bord de la mer, et qui doit en effet s'allier très-bien avec les minerais très-spathiques pour la plupart.

Dans un fourneau à manche, on passait en 24 h.:

35 quint.	(1.610 kil.)	de scories vieilles,
15 —	(690 kil.)	de scories de l'usine,
40 —	(1.840 kil.)	de minerai grillé de l'Observacion,
8 —	(368 kil.)	de minerai plombeux, mélangé de galène et de carbonate.
98 quint	(4.508 kil.)	

On consommait en même temps :

20 quintaux (920 kil.) de coke, soit près de 20 p. o/o ; ce qui semblerait démentir l'assertion relative à la bonté du coke des Asturies, car dans les autres usines, les consommations accusées ne dépassaient pas 15 p. o/o.

Le plomb produit par jour pèse 12 quintaux (552 kil.), et tient 6 onces d'argent au quintal (375 grammes aux 100 kil.) ; la richesse totale du lit de fusion est donc de 18 p. o/o environ.

Voici pour un de ces fourneaux la main-d'œuvre pendant 24 heures :

		fr.	fr.
2 maëstros	à 9 réaux	(2,35) l'un.	4,70
2 chargeurs	à 7 r.	(2,10).	4,20
1 aide-fondeur	à 4 r.	(1,05) p^r les scories.	1,05
1 aide-chargeur	à 4 r.	(1,05).	1,05
		En tout par 24 heures. . .	11,00

Les frais de fusion spéciaux sont donc par 100 kil. de lit de fusion :

	fr.
Main-d'œuvre, 0f,30.	0,24
Coke, 20k.,44 à 8 fr. p. 100 kil.. . .	1,64
	1,88

et, par conséquent, de 10f,44 par 100 kilogr. de plomb obtenu.

On se sert de fourneaux de coupelle allemands pour coupeller les plombs riches. On charge en commençant de 60 à 70 quintaux (environ 3.000 kil.), et l'on ajoute pendant l'opération le complément à 125 quintaux (5.750 kil.). Le produit d'une coupellation est un gâteau d'argent pesant entre 2 ou 3 arrobes (de 23 à 34 kil.). Dans le fourneau de coupelle anglais, on traite par filage les plombs pauvres.

Cette usine traite des minerais de plomb d'Almagrera et d'Almazarron. Depuis le mois de juin 1848, on y essayait la fusion de quelques minerais de cuivre du voisinage et de Huercalorera assez riches. On produisait des mattes très-antimonifères. Le minerai est un mélange de pyrites et de carbonates, tenant avec du cuivre, de l'antimoine, de l'arsenic, du cobalt, du fer. C'était encore plutôt un essai qu'une fabrication régulière. Fabrique la Union, à Aguilas.

L'usine renfermait :

2 chambres de grillage pour plomb,
1 four à réverbère de grillage,
4 fourneaux à manche,
1 fourneau de coupelle allemand,
1 four à réverbère pour raffinage de cuivre.

De toutes les usines que j'ai visitées sur cette côte, celle-ci m'a semblé la plus active et la mieux conduite. Elle doit tous ses développements à MM. Romero frères, qui l'ont agrandie peu à peu en étudiant avec soin leur fabrication. Le minerai est essayé pour chaque lit de fusion, afin de connaître la teneur en plomb et en argent, et de comparer le rendement effectif au rendement du laboratoire. C'est au moyen de ces soins que MM. Romero sont parvenus à créer et à maintenir la prospérité et le renom de leur fabrique. Fabrica San José, à Aguilas.

Les minerais traités viennent pour la plupart du filon Jaróso, quelque peu des autres filons d'Almagrera, quand on trouve à en acheter à la fois des quantités convenables de même provenance. On rejette les trop petites parties de minerai qui compliqueraient beaucoup la composition du lit de fusion. Les achats se font presque toujours au comptant, quelquefois, mais rarement, à trois mois d'échéance. Pour faire

un achat, M. Romero prend un essai sur le lot offert, et dit ensuite le prix qu'il veut en donner; les mineurs ont le droit de faire un contre-essai, mais ils ne le font jamais.

Ces minerais d'Almagrera sont fondus avec des scories anciennes et des plombs carbonatés de Carthagène. Ces derniers contiennent du zinc; le minerai d'Almagrera renferme de l'antimoine.

Consistance. L'usine est séparée en deux portions par la grande route : un passage souterrain mène d'une partie à l'autre. Elle se compose en tout de:

12 chambres de grillage, construites comme celles de la fabrique Carmelita, à Villaricos; tenant 500 quintaux par opération. Le grillage y est mené très-lentement.
8 fourneaux à manche ordinaires à section rectangulaire.
2 fours ronds à une tuyère, accouplés. Analogues à ceux dont j'ai parlé à propos de l'usine San Isidoro, près Carthagène.
2 fourneaux de coupelle allemands.
2 coupelles dites espagnoles : ce sont des coupelles allemandes accouplées, dans lesquelles le vent sort du fourneau par une ouverture placée auprès de la porte de travail et fait un long circuit dans la maçonnerie avant de gagner la cheminée.
1 four de révivification des litharges.
1 petit feu de raffinage de l'argent dans le laboratoire d'essai.
1 fourneau à manche très-bas et petit, destiné à faire des essais de minerais métallurgiquement sur une plus grande échelle que dans le laboratoire.

Les fourneaux à tuyère sont soufflés par deux ventilateurs de $1^m,10$ à $1^m,20$ de diamètre, faisant environ sept cents tours par minute et mus chacun par deux mules : l'un alimente six fourneaux à manche, les fourneaux de coupelle, de raffinage

et de revivification des litharges; le second dessert quatre fourneaux à manche.

Les dimensions des fourneaux à manche à section rectangulaire sont, à la hauteur de la tuyère, 0m,85 en profondeur et 0m,75 en largeur.

A la hauteur de la porte de chargement, qui est placée à 2m,70 de la sole, la section est carrée de 1 mètre sur 1 mètre. Chaque fourneau a une cheminée séparée de 4 à 5 mètres de hauteur. La construction est faite en briques réfractaires anglaises.

Un pareil fourneau fond par vingt-quatre heures:

100 quintaux		(4.600 kil.)	de minerai grillé d'Almagrera,
20	—	(920 kil.)	de carbonates de Carthagène,
80	—	(3.680 kil.)	de vieilles scories avec une petite quantité de fonds de coupelle et même quelquefois de la litharge impure.
200 quintaux		(9.200 kil.)	en totalité.

On brûle avec cela 28 quintaux (1.288 kil.) de coke, soit 14 p. 0/0 coke.

On produit 25 quintaux de plomb (1.150 kil.), ce qui établit la richesse moyenne du lit de fusion à 12 1/2 p. 0/0.

Quant à la main-d'œuvre, les fours sont divisés par groupes de deux. Pour chacun des groupes par 24 heures, il y a :

2 maëstros (fondeurs dirigeant le four),
2 cargadores (chargeurs),
4 sirvientes (aides-fondeurs et tireurs de crasses),
3 mezcladores (qui préparent et apportent les matériaux de la charge).

Les hommes travaillent alternativement 18 heu-

res et 6 heures, de manière à avoir une journée franche sur deux. Les deux fours ronds ont chacun une tuyère : 1 mètre de diamètre intérieur et environ 2m,50 de haut. M. Romero n'y a trouvé jusqu'à présent que peu d'avantage : peut-être la fusion des minerais pulvérulents s'y opère-t-elle mieux que dans les autres.

On coupelle par filage et on obtient par opération un gâteau du poids de 25 livres environ. Le travail dure 48 heures, et dès qu'une coupelle s'éteint, une autre recommence à travailler.

Raffinage.

Le raffinage de l'argent se fait très-simplement dans une petite bassine en forme de calotte sphérique de 0m,35 de diamètre sur 0m,10 à 0m,12 de profondeur maxima. La sole est formée en terre réfractaire bien battue et recouverte de brasque. Le vent arrive horizontalement par un orifice de 0m,025, placé au niveau supérieur du petit bassin. L'argent est placé en morceaux sur la sole, et l'on recouvre de charbon de pin du pays. Au bout de peu de temps l'argent fond; puis l'on écume et l'on coule en lingotière, en perçant un orifice placé près du fond du bassin.

Charges commerciales qui grèvent le commerce du plomb.

Je compléterai ces notes sur le commerce du plomb, en rapportant ici le détail de tous les frais qui viennent augmenter le prix de ce métal, depuis sa sortie de l'usine jusqu'à son arrivée dans les magasins du port de Marseille.

Supposons le plomb déposé en saumon dans les magasins d'Almeria, par exemple; et suivons-le jusqu'à son dépôt dans ceux de Marseille.

On aura, par quintal métrique de plomb, à payer :

	fr.
Droit royal de mise à bord.	0,77
Droit de 5 p. 0/0 ad valorem (environ). .	1,40
Portefaix pour embarquement.	0,09
Fret d'Almeria à Marseille.	2,00 à 2,50
5 p. 0/0 chapeau pour le capitaine.	0,10 à 0,115
Portefaix pour débarquer et arrimer en magasin.	0,20
Poids public à la vente.	0,05
Courtage (1/3 p. 0/0 de la valeur à Marseille, soit 40 fr. pour 100 kil.). . . .	0,13
Assurance 1 p. 0/0.	0,40
Commission 2 p. 0/0.	0,80
Menus frais (permis de douane, préposés, expédition en douane, police d'assurance, etc.), environ.	0,01
Frais de magasinage, qu'on peut évaluer à 0^{f},01 par saumon d'un quintal et par mois, soit 0^{f},02 par 100 kil. et par mois. supposant trois mois de magasin. . . .	0,06
En tout. . . .	6,01 à 6,525

Ainsi, au prix du plomb pris en magasin à Alméria, qui était à mon passage d'environ 27 fr. p. o/o kil., et avant février 48 avait été entre 30 et 32 fr., il faut ajouter 6^{f},50.

D'après les prix que nous avons donnés pour les minerais, le rendement de ces derniers, les frais de grillage et de fusion, les frais de transport, droits, etc., on voit que la valeur marchande du plomb laisse actuellement aux mineurs, fondeurs et commerçants des bénéfices raisonnables, mais assez médiocres cependant pour les contraindre de chercher sans relâche à perfectionner leurs procédés, sous peine de voir leur industrie leur échapper par un appauvrissement du minerai, par la découverte à l'étranger de quelque gisement plombifère plus favorablement placé,

sous le rapport du combustible ou par tout autre événement analogue très-possible, et contre lequel il faudrait avoir à sa disposition la défense d'une baisse dans les prix, qui laissât encore les moyens d'exploiter, de fondre et de trafiquer avec profit.

Note sur les fourneaux dits HORNOS DE GRAN TIRO (*Extrait du* Guià del Minero, *pages* 255 *et seq.* — *Année* 1848.)

Historique. Ces fourneaux ont été imaginés par don Juan Martin Delgado, professeur de pharmacie à Carthagène, mort depuis un peu plus d'une année, en laissant les souvenirs les plus honorables. Leur vrai nom est celui de *hornos de gran tiro* (fourneaux à fort tirage), tiré de leur nature même; car ces fourneaux ne sont que la réalisation sur une plus grande échelle du principe des fourneaux à tirage de nos laboratoires.

On a, comme d'habitude, élevé d'un côté et rabaissé d'un autre, avec également d'injustice, le mérite de cette idée. Le principe des appareils était certainement connu; la pensée de les construire sur une échelle qui répondît aux besoins de l'industrie métallurgique, dans un pays où la force motrice est aussi dispendieuse que dans le district de Carthagène, est ce qui fait la gloire de M. Delgado.

Les premières expériences furent faites en mai 1842; abandonnées au bout de quelque temps, elles furent reprises à l'instigation de quelques amis, et en août 1846, on construisit un four de petites dimensions, mais qui n'était déjà plus un appareil de laboratoire. Lorsqu'on eut constaté

avec ce fourneau qu'il était possible de vaincre les difficultés rencontrées, on demanda un privilége exclusif qui fut accordé pour cinq ans, le 24 janvier 1847.

Les obstacles furent définitivement surmontés, on ajouta quelques perfectionnements, et enfin, on mit en marche le premier fourneau dans le faubourg de Sainte Lucie, près Carthagène, en mai 1847. Une nouvelle patente fut obtenue peu après.

Construction du four.

Décrivons maintenant l'appareil en lui-même et le travail. Le minerai et le combustible sont en contact dans le fourneau : la forme intérieure est celle d'une cuve: sous ce point de vue, on devrait ranger l'appareil dans la classe des fourneaux à manche. D'un autre côté, le tirage s'opère naturellement par la cheminée, ce serait donc un four à réverbère. Il est plus juste de dire que c'est un système mixte. Nous en donnons le dessin *Pl. III, fig.* 11 à 13. On y voit que le fourneau a la forme d'un ellipsoïde tronqué, terminé d'un côté à la sole, et finissant de l'autre à une voûte, dont le prolongement sert de rampant.

De la sole au point culminant de la voûte, il y a 3 vares ($2^m,50$); à la base, le diamètre est de 48 pouces ($1^m,10$) et au milieu de 58 pouces ($1^m,33$). La porte de chargement est placée sur le côté à une hauteur de 2 vares ($1^m,67$); sa figure est celle d'un carré de 2 pieds ($0^m,56$) de côté. La sole est faite comme dans les fours à manche, de matériaux bien réfractaires, parfaitement tamisés et pilonnés; on y fouille ensuite le creuset (E) : généralement la maçonnerie qui renferme cette partie a 1 vare ($0^m,836$) de hauteur.

On trouve abondamment autour de Cartha-

gène, une substance réfractaire, la *laguena*, qui n'est autre chose qu'un schiste argileux décomposé que l'on pulvérise très-bien, et qui, mélangé à du poussier de coke tamisé, dans la proportion de 3 : 1, donne une brasque très-convenable. Avec ce mélange, on forme la sole par couches bien jointes et fortement tassées, pour éviter autant que possible les infiltrations du plomb. Dans le même but, on établit la sole sur un massif de laguena tassée à coups de pilon. Les parois (R) qui entourent la sole sont aussi en matériaux réfractaires, en *laja*, c'est-à-dire en plaques non décomposées du schiste argileux. On façonne ensuite le creuset. A moitié hauteur des parois on a eu soin de laisser une barre de fer engagée dans la maçonnerie, de manière à réserver le conduit pour la coulée (canillero).

On élève ensuite les parois du fourneau, soit avec des briques moulées, de manière à lui donner une forme circulaire, soit avec le même schiste ou *laja*. Dans les premières assises, il faut avoir soin de réserver 6 pertuis G pour l'appel de l'air et la sortie de la scorie (gacha). Dans les dernières, on laisse la place de la porte de chargement.

Le rampant C s'unit à la cheminée en reposant sur une voûte cylindrique : en sorte que toutes les réparations peuvent se faire sans toucher à la cheminée. Quelquefois la voûte s'appuie sur le fourneau lui-même, dans d'autres cas, sur un pilier intermédiaire. La section du rampant est au commencement égale à la plus petite section de l'ellipsoïde: elle diminue successivement jusqu'à sa réunion avec la cheminée, où elle n'a plus que les trois quarts de sa grandeur primitive. Quant à la cheminée, elle a au bas la même section que le

rampant dans sa partie la plus grande, et dans le haut, une section de un tiers moindre: ainsi la section maxima du rampant a 48 pouces de côté (1^{m},10), ce qui est aussi le diamètre inférieur de la cheminée, et la plus petite a 36 pouces (0^{m},83). La hauteur de la cheminée est de 16 vares (13^{m},37); elle est généralement cylindrique, quelquefois carrée: une seule sert pour 2 fourneaux; elle est séparée en deux par une cloison jusqu'aux deux tiers de sa hauteur.

Pour former les ouvertures d'appel (toberas), on remplit d'argile en pâte les vides laissés dans œuvre, et on y introduit un mandrin en bois, de la forme d'un cône tronqué; en le retirant ensuite, les ouvertures conservent une même inclinaison et convergent vers le centre du fourneau. Le plus grand diamètre a de 6 à 8 pouces (0^{m},14 à 0^{m},18), et le plus petit de 4 à 6 (0^{m},09 à 0^{m},14). Au-dessus des ouvertures d'appel il y a encore un registre F plein jusqu'à mi-épaisseur de la paroi. Nous en verrons plus tard l'utilité.

Le creuset s'ouvre en cône, ou bien sur le côté de la poitrine (*bigote*), ou dans l'axe du fourneau, toujours à l'intérieur (E); sa base est de 2 pieds (0^{m},56), sa hauteur de 1 pied à 1 pied 1/2 (0^{m},28 à 0^{m},42). A l'extérieur, on fait le bassin de réception (reposador) avec la même brasque que la sole et le plan incliné (meseta), le long duquel coule la scorie, comme dans le fourneau à manche. Un petit canal traverse cette aire dans le sens de sa largeur, pour laisser circuler l'air et refroidir sans cesse le point qui reçoit la scorie à la sortie, par-dessous la poitrine.

Ainsi il n'y a d'autre différence entre cette con-

struction et celle des fourneaux à manche que dans la forme de la cuve et les dimensions de la cheminée. Nous allons voir que les charges se font aussi d'une manière semblable.

Travail. Les minerais traités à Carthagène dans ce fourneau sont des carbonates de plomb, des galènes mélangées de carbonates, et des scories anciennes et quelques matières cuprifères. Les carbonates de plomb sont, en réalité, un mélange intime d'oxyde de fer, carbonate et oxyde de plomb, oxyde d'antimoine, argile, carbonate de chaux et silice, unis dans des proportions très-variables et par conséquent très-diversement fusibles.

Dans les fourneaux *à fort tirage*, la cheminée peut faire atteindre la température la plus élevée. Il faut, plus que dans aucun fourneau à manche, prendre soin de graduer la chaleur; car il est très-facile d'avoir des changements brusques, qui font volatiliser quelquefois une quantité notable de plomb, et un excès de température favorisant les propriétés corrosives du plomb, on pourrait détruire un fourneau en 24 heures.

Les minerais sulfureux qu'on mêle avec les carbonates, ont le plus souvent pour objet de modérer la fusion pour le temps nécessaire à leur décomposition; on les emploie pour cela sans grillage préalable. Dans d'autres cas, on s'en sert pour enrichir le plomb, car le minerai carbonaté tient à peine 1 once d'argent au quintal de plomb 62 gr. aux 100 kil.).

Avant de commencer la fusion, il faut échauffer le fourneau : on emploie pour cela du bois du pays, des souches de palmier ou du palmier sec, du bois en bûches d'Iviça et du coke, en procédant graduellement, pour éviter que, par un feu subit,

la sole ne se soulève ou les parois ne se fissurent. Une fois la sole sèche, ce qui arrive après quatre à six heures de feu, on commence à charger du coke seul et on place dans le creuset 3 à 4 saumons de plomb pour préparer un bain aux premières scories qui tomberont, afin qu'elles ne se refroidissent pas en arrivant aux parois et n'y forment pas une croûte ou n'obstruent pas le conduit de la coulée. On continue à marcher avec du coke seul pendant six heures, et la température étant suffisante, on charge 3 ou 4 capazos (petits paniers) de scories avec un peu de grenailles : pnis on va en augmentant successivement le minerai et diminuant le charbon jusqu'à ce que l'on ait atteint la charge normale.

Au bout d'un petit nombre d'heures, la scorie commence à couler sur le plan incliné et on charge à mesure de la descente du fourneau. Les tuyères prennent la teinte rouge-blanc et deviennent pour ainsi dire le miroir de ce qui se passe dans l'intérieur. Quand la fusion se fait bien également, toutes ont la même teinte et une sorte de transparence qui permet de voir la descente de la mine et la formation de la scorie. Quand il n'en est pas ainsi, la masse en fusion se refroidit, la tuyère s'obstrue, et le passage de l'air ne se fait pas bien. Cela arrive quand un morceau de minerai tombe avant d'être décomposé, par suite d'une fusion trop rapide, et que la scorie, refroidie à son contact, s'agglomère autour de lui.

Un ouvrier surveille constamment la tuyère : il est chargé d'extraire tout *negro* ou *cuesco* (morceau noir ou noyau refroidi) qui se forme dans leur voisinage.

L'ouverture de chargement est toujours fer-

mée par une porte en fer, excepté au moment de la charge.

Pour éviter de déranger l'allure du fourneau par le refroidissement nécessaire qu'amène à cette occasion l'introduction de l'air froid du dehors, on charge à la fois de grandes quantités de minerais : et on ne fait la charge que de trois quarts d'heure en trois quarts d'heure ou d'heure en heure, selon la rapidité de la fusion. L'habileté du chargeur consiste à faire bien la charge dans le temps le plus court possible.

On verse à la fois :

40 paniers de minerai de 1/2 arrobe chacun ;

8 à 10 de scorie ancienne ou du four même ;

4 à 5 de coke faisant ensemble un peu plus de 1/2 quintal, et quelques débris de bois fendu ou de souches de palmier.

La scorie a pour but de rendre le mélange plus fusible, et le bois de rendre le tirage plus grand et plus uniforme au moyen de la flamme qu'il produit dans les petits interstices que laissent entre eux les matériaux de la charge. En allure régulière, on fait 32 charges en vingt-quatre heures.

On fond : 150 quintaux (6.900 kil.) de minerai
50 q. environ (2.300 kil.) de scories
en brûlant 22 quintaux de coke (1.012 kil.)
et 7 à 8 q. de bois (322 à 368 kil.)

Ainsi on consomme 15 p. o/o de coke
et 5 p. o/o de bois.

On pourrait accélérer la fusion, mais on détruirait rapidement le fourneau, et l'on n'obtiendrait pas autant de plomb en proportion de la quantité de matières traitées.

Le chargeur expérimenté observe avec soin de

quel côté du fourneau il y a le plus de chaleur, et répartit la charge avec jugement, en sorte que la fusion s'opère d'abord au centre, où l'on doit voir une sorte de cratère en forme de cône renversé. Pour cela, il charge contre les parois, manœuvre facile avec les petits paniers du pays. L'ouvrier principal doit surtout se régler sur l'apparence des tuyères.

L'air étant appelé par la circonférence du fourneau, les parois sont le siége de la température la plus forte, et au centre il monte toujours une colonne de gaz plus froide que le reste. Bien qu'il soit impossible d'éviter complétement cet inconvénient, on le diminue beaucoup d'abord en versant la charge sur le pourtour, comme nous venons de le dire, et ensuite en prolongeant les tuyères aussi près du centre que possible ; l'air se répartit mieux, et la chaleur n'attaque pas aussi directement les parois. Aussi les premiers fourneaux ne duraient-ils que huit à neuf jours, et maintenant, la durée moyenne d'un appareil est de quarante jours.

Il faut souvent réparer les tuyères, à mesure qu'elles se rongent. Quelques fabricants prétendent que le meilleur moyen est d'employer pour cela une pâte faite avec la poussière du minerai même, au lieu de *laguena*. On utilise ainsi les poussières perdues auparavant dans les magasins, et on évite les embarras que les morceaux d'argile réfractaire occasionnent quelquefois quand ils tombent dans le creuset et s'engagent dans le trou de coulée. Mais, d'un autre côté, il faut un ouvrier sans cesse occupé à réparer les tuyères ; c'est une comparaison de frais à établir.

Les petits-jours (FF), fermés jusqu'à moitié

épaisseur dans la paroi, servent à désobstruer le fourneau, quand la tuyère s'obscurcit, qu'un loup se forme au-dessus d'elle, et qu'on ne peut la détacher ni l'extraire par l'ouverture de la tuyère seule. La petite épaisseur de briques qui forme le registre est rapidement enlevée et aussi rapidement rétablie. Un jour semblable, et pratiqué dans le même but, existe au-dessus de l'ouverture de poitrine.

La coulée (*sangréa*) a lieu toutes les six heures. Le plomb passe dans le creuset de réception ; la couche de scories qui recouvre le bain est toujours repassée. parce qu'elle contient des grenailles de plomb. Puis, on moule les saumons, pesant chacun un quintal ou un peu davantage.

L'expérience, plus que toute règle écrite, l'examen attentif des minerais, la prise en considération de toutes les circonstances dans lesquelles on travaille, sont les véritables garanties du succès.

Ces fourneaux ne sont vraiment économiques qu'à ces conditions, et l'engorgement d'un ou deux jours peut détruire le bénéfice réalisé pendant plusieurs semaines.

Le personnel nécessaire aux manipulations se compose de :

2 maîtres chargeurs,
2 fondeurs (gacheros),
2 aides (sirvientes).

A côté de cela, six manœuvres préparent le lit de fusion, concassent le minerai, pèsent le plomb, enlèvent les scories froides, etc.

La dépense de ce personnel, la solde du contremaître, l'entretien du fourneau (argile, eau, ré-

parations), etc., peuvent monter à 200 réaux (52f,60) par jour.

Supposons que l'on traite un minerai à 12 p.o/o de plomb et à 1/2 once d'argent par quintal de plomb (31gr.,3 aux 100 kil.), que l'on consomme 15 p. o/o de coke et 5 p. o/o de bois;

On produira en vingt-quatre heures, en passant 150 quintaux de minerai, comme nous l'avons dit plus haut

MESURES ESPAGNOLES.		MESURES FRANÇAISES.	
		PRODUIT.	
	r. v.		fr. c.
18 q. plomb, à 50 r. v. le q.	900	828 k. pl., à fr. 28,58 les 100 k.	236,64
9 onces argent, à 33 réaux.	198	259 g. argent, à fr. 199,50 le k.	51,02
R. v.	1.098	Fr.	287,66
		FRAIS.	
150 q. de minerai, à 3 r. rendu en fabrique.......	450	6.900 k. de minerai, à fr. 1,71 les 100 k........	118,00
22 q. de coke, à 14 r. le q..	308	1.012 k. de coke, à fr. 8 les 100 k..........	80,96
7 q de bois, à 4 r. le q..	28	322 k. de bois, à fr. 2,28..	7,34
Main-d'œuvre, réparation, faux frais..........	200	Main-d'œuvre, etc.	52,60
R. v.	986	Fr.	258,90
		BÉNÉFICES.	
Bénéfice par fourneau: r. v.	112	Bénéfice par fourneau....	28,76
Droit de 5 p. 100 à déduire sur le produit.	55	Droit de 5 p. 100........	14,38
Bénéfice net....... R. v.	57	Bénéfice net....... Fr.	14,38

Le même traitement, dans un four à manche, exigerait les mêmes dépenses et, de plus, celle de douze souffleurs, coûtant ensemble 84 réaux (22f,09) par jour, ou de l'entretien d'une machine soufflante.

Il convient de marcher avec deux fourneaux au lieu d'un; car une seule cheminée suffit pour deux,

et les frais généraux n'augmentent pas. On diminue les pertes par volatilisation, en éloignant la cheminée du fourneau et allongeant le rampant. Dans une fabrique on a même bâti, dans ce but, une galerie de condensation de 54 vares (45 mètres) de longueur.

Autour de Carthagène, on a construit 18 fourneaux à fort tirage, et on en achève deux de plus. Sur les dix-huit, deux seulement ne sont pas encore en marche. Chaque paire de fourneaux, avec sa cheminée, ses armatures et ses outils prêts à la fusion, revient à 9 ou 10.000 réaux (environ 2.500 fr.) Il y a enfin un droit de 4.000 réaux (environ 1,000 fr.) à payer aux propriétaires du brevet.

NOTICE

Sur la BRONGNIARDITE, *nouvelle espèce minérale;*

Par M. A. DAMOUR.

M. de Castelnau a recueilli pendant son dernier voyage en Amérique un assez grand nombre de substances minérales, dont il a bien voulu me confier l'examen. Parmi ces minéraux on remarque un volumineux échantillon doué de l'éclat métallique et désigné comme minerai d'argent. Comme il ne présente aucun indice de cristallisation, l'analyse seule m'a permis de reconnaître qu'il constituait une espèce distincte, essentiellement formée de soufre, d'antimoine, de plomb et d'argent. Je vais exposer ici les principaux caractères de ce nouveau minéral argentifère et les résultats que son analyse m'a donnés.

Il présente l'éclat métallique particulier aux sulfo-antimoniures, tels que la polybasite, la bournonite, la zinkénite, etc. Sa cassure est inégale et sans clivages. Sa poussière est gris-noirâtre.

Il raie le calcaire et se laisse rayer par une pointe de fer.

Sa densité, prise à + 18 degrés centigrades, est égale à 5,950.

Chauffé sur le charbon, il décrépite, fond rapidement à une température inférieure à celle du rouge naissant, dégage une odeur sulfureuse et des vapeurs blanches. Après un grillage suffisamment prolongé, il laisse un globule d'argent

entouré d'une auréole jaune indiquant la présence de l'oxyde de plomb.

Chauffé dans le tube fermé, il décrépite, fond et dégage un faible sublimé rouge-orangé surmonté d'un sublimé blanc.

Chauffé dans le tube ouvert, il décrépite, entre en fusion, dégage une forte odeur sulfureuse et un sublimé blanc d'oxyde antimonique qui se dépose sur les parois du tube.

L'acide nitrique concentré l'attaque rapidement avec dégagement de vapeurs nitreuses; l'argent se dissout, et il reste un dépôt formé de soufre, d'oxyde d'antimoine et de sulfate de plomb.

L'acide nitrique étendu de quatre fois son volume d'eau l'attaque avec lenteur en dégageant de l'hydrogène sulfuré : l'argent et le plomb se dissolvent partiellement : il reste un dépôt gris, en petites aiguilles formées de sulfure et d'oxyde d'antimoine retenant une notable proportion de plomb et d'argent.

L'acide chlorhydrique concentré et mis en grand excès l'attaque à la température de l'ébullition et le dissout complétement, en dégageant de l'hydrogène sulfuré. Par le refroidissement, la dissolution se trouble et laisse déposer du chlorure argentique mêlé de chlorure plombique.

Une lessive bouillante de potasse caustique attaque ce minéral finement pulvérisé (1). Il se dissout ainsi une grande quantité de sulfure d'an-

(1) J'ai reconnu que les sulfo-antimoniures et même les sulfo-arséniures se laissent ainsi attaquer par la dissolution de potasse. L'argent rouge, notamment, perd rapidement sa couleur et se transforme en un sulfure noir.

timoine : il reste une poudre noire, pesante, formée de sulfure d'argent et de plomb renfermant encore de l'antimoine. Si l'on ajoute du soufre à la dissolution de potasse, on peut, à l'aide de plusieurs décantations successives, enlever la majeure partie de l'antimoine; toutefois je n'ai pu obtenir ainsi les sulfures de plomb et d'argent entièrement séparés du sulfure d'antimoine.

L'analyse du minéral a été faite en l'attaquant par un courant de chlore sec, suivant le procédé décrit par M. H. Rose dans son Traité d'analyse chimique. Les chlorures volatils de soufre et d'antimoine ont été séparés, à l'aide d'une faible chaleur, des chlorures fixes d'argent et de plomb. Le soufre transformé en acide sulfurique a été dosé à l'état de sulfate barytique. L'antimoine a été précipité à l'état de sulfure par l'hydrogène sulfuré. On a analysé ce sulfure pour doser le soufre directement et l'antimoine par différence.

Les chlorures fixes traités par l'eau bouillante ont laissé dissoudre du chlorure plombique : le chlorure argentique est resté insoluble; son poids a servi à déterminer la proportion d'argent. Le chlorure plombique a été transformé en sulfate, et le poids de ce sulfate a servi à évaluer la proportion du plomb.

La liqueur séparée du sulfate plombique renfermait une faible proportion de cuivre, de fer et de zinc, qu'on a dosée par les procédés ordinaires.

Trois analyses ont donné :

	1re analyse.	2e anal.	3e anal.	Moyenne.	Rapp.
Soufre. . .	0,1938	0,1921	0,1914	0,1924	5
Antimoine.	0,2995	0,2960	0,2975	0,2977	2
Argent. . .	0,2503	0,2446	0,2481	0,2477	1
Plomb. . .	0,2474	0,2505	0,2494	0,2491	1
Cuivre. . .	0,0054	0,0061	0,0070	0,0062	
Fer.	0,0030	0,0026	0,0022	0,0026	
Zinc. . . .	0,0040	0,0032	0,0037	0,0036	
	1,0034	0,9951	0,9993	0,9993	

Ces analyses conduisent à la formule :



$$Pb + Ag + Sb^2 + Su^5 = PbSu + AgSu + Sb^2Su^3$$

Le calcul donne :

				En 10000es.
5	équivalents de soufre. . .	= 1003,75	=	0,1908
2	— d'antimoine. .	= 1612,90	=	0,3066
1	— d'argent. . .	= 1349,66	=	0,2565
1	— de plomb . .	= 1294,49	=	0,2461
		5360,80		1,0000

La composition de cette substance paraît devoir la rapprocher du *schilfglaserz* décrit dans le Traité de minéralogie de M. Dufrénoy, et qui contient, d'après M. Wöhler :

Soufre.	0,1874
Antimoine. . .	0,2738
Argent.	0,2293
Plomb.	0,3027
	0,9932

On remarque toutefois une différence notable entre la composition de ces deux substances : les caractères cristallographiques du schilfglaserz serviraient au besoin à les distinguer l'une de l'autre. En effet, ce dernier minéral cristallise dans le système du prisme rhomboïdal droit, et offre des

clivages bien marqués; tandis que le minéral que je viens de décrire montre une cassure inégale, luisante, sans aucun indice de clivages. Il est à présumer toutefois qu'on le trouvera un jour en cristaux réguliers.

L'échantillon rapporté par M. de Castelnau provient des mines du Mexique : il forme une masse compacte, isolée de sa gangue, présentant un parallélipipède de 7 centimètres de hauteur, 8 centimètres de largeur et 15 centimètres de longueur, du poids de 7 kilogrammes environ. Une de ses surfaces est parsemée de pyrites de fer. D'après son volume et son aspect on peut présumer que l'espèce à laquelle il appartient constitue un filon exploitable. La riche teneur en argent de cette matière minérale doit la faire rechercher par les mineurs. Ses caractères et sa composition la rendent également intéressante aux yeux des minéralogistes. Je propose de lui donner le nom de *brongniardite*, comme un faible hommage à la mémoire du savant illustre dont la perte inspire d'universels regrets.

RECHERCHES

Sur la composition minéralogique et chimique des roches;

Par M. DELESSE, Ingénieur des mines,
Professeur à la Faculté de Besançon.

I. PORPHYRE QUARTZIFÈRE.

Les minéraux constituants du *porphyre quartzifère* sont ceux qui constituent toute roche granitique, savoir : le *quartz*, l'*orthose*, quelquefois un *feldspath du sixième système* qui n'est pas de l'albite, mais de l'andésite ou de l'oligoclase; il y a aussi un peu de *mica*, plus rarement de l'*amphibole* et accidentellement de la *pinite*.

Ces minéraux, dont les deux premiers seuls se trouvent en proportion notable dans la roche, sont répandus dans une pâte *feldspathique*.

J'ai fait l'essai de deux variétés de porphyre quartzifère du Morvan, dont je vais donner la description.

(*a*) *Porphyre quartzifère* contenant des cristaux dodécaèdres de quartz de la grosseur d'un petit pois, des lamelles mâclées d'orthose blanchâtre, un peu d'andésite rouge et de mica vert foncé répandus dans une pâte feldspathique blanchâtre ou blanc-verdâtre. — Il se débite en dalles qui servent à faire des trottoirs à Paris, et il s'exploite à *Montreuillon* (arrondissement de Château-Chinon, dans la Nièvre).

Sa densité est de 2,576 : après fusion au four de verrerie, elle se réduit à 2,301.

(*b*) *Porphyre quartzifère* présentant de petits

grains de quartz hyalin gris et éclatants, ayant des formes angulaires dues à une cristallisation confuse, ainsi que des lamelles d'orthose rougeâtre répandues dans une pâte feldspathique brun-rougeâtre.

Je dois ce porphyre à l'obligeance de M. de Nerville, ingénieur des mines, qui l'a recueilli dans ses explorations géologiques aux environs de Saulieu (Côte-d'Or), et qui le regarde comme le type du porphyre quartzifère le plus habituel du Morvan.

J'ai obtenu les résultats suivants pour la composition moyenne de la masse de ces deux échantillons :

	(a)	(b)
Silice.	71,7	77,5
Alumine.	15,0	12,9
Oxyde de fer.	2,9	2,5
Oxyde de manganèse.	»	traces.
Chaux.	0,4	0,4
Potasse, soude et magnésie (diff.).	8,8	6,7
Perte au feu.	1,2	»
	100,0	100,0

Si on compare la composition moyenne de ces porphyres quartzifères du Morvan avec celle des porphyres des environs de Kreutznach, de Freiberg et de Halle, qui ont été analysés par MM. Schweizer, Kersten et Wolff (1), on trouve qu'à part les variations dans la teneur en silice, leur composition est à peu près la même.

Composition chimique du porphyre quartzifère.

Le porphyre quartzifère diffère surtout de sa pâte par une plus grande teneur en silice; et il est

(a) Pour l'essai du porphyre de Montreuillon, j'ai été secondé par M. Paufert.

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch. 1er, 2e et 3e Supplément.

facile, d'après les analyses de cette roche qui ont été faites, d'énumérer simultanément et d'une manière générale les particularités que présente la composition chimique du *porphyre* et de sa *pâte*.

Cette *pâte* contient de l'*eau*, lors même qu'elle est blanche, verdâtre ou noirâtre, et qu'elle n'a pas encore éprouvé la décomposition par suite de laquelle elle se rubéfie et devient rougeâtre ou brunâtre : c'est principalement à l'eau de la pâte que doit être attribuée la perte au feu de 1,2 obtenue pour le porphyre (*a*) : la *perte au feu* de la *pâte* est donc plus grande que celle du *porphyre*, et par conséquent elle peut dépasser 1 p. 0/0 ; mais elle ne lui est pas de beaucoup supérieure, et elle peut être moindre. Perte au feu.

J'ai recherché la teneur en *silice* de divers porphyres granitoïdes des Vosges, et j'ai constaté qu'elle n'était pas inférieure à 64 p. 0/0, lors même qu'ils ne contenaient pas de quartz visible : dans le porphyre quartzifère, même quand il y a très-peu de quartz, la teneur en silice de la pâte est toujours supérieure à 64, car j'ai obtenu 68 p. 0/0 pour un porphyre des Mebertins (Haute-Saône), qui renfermait très-peu de quartz, et M. Kersten a trouvé le même nombre pour la pâte du porphyre de Freiberg (1). Les analyses de porphyres dans lesquels la pâte est très-dominante, tels que les porphyres de Halle (2) et le porphyre (*b*) de Saulieu, montrent d'ailleurs que la teneur en silice de la pâte peut encore être notablement supérieure à 68 p. 0/0. Par conséquent on voit, d'après ce Silice.

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch. 1er Supplément, p. 113.

(2) Rammelsberg Handwœrterbuch. 2e Supplément, p. 116.

qui précède, que la *pâte* du porphyre quartzifère n'est pas de l'orthose, que sa teneur en *silice* n'est jamais inférieure à 64 p. o/o, qu'elle varie probablement dans le sens de la richesse en quartz de la roche, et qu'elle peut atteindre ou même dépasser 75 p. o/o.

Quant au *porphyre*, sa teneur en *silice* est toujours supérieure à celle de la *pâte*; lorsqu'il est bien caractérisé, c'est-à-dire lorsqu'il a des cristaux ou des grains de quartz, elle est égale et même souvent supérieure à celle du granite riche en silice; généralement elle varie de 70 à 80 p. o/o.

Alumine. La teneur en *alumine* de la *pâte* est moindre que celle de l'orthose, et cela a lieu aussi à plus forte raison pour le *porphyre* : il en est de même, du reste, pour les autres bases, toutes, excepté toutefois l'oxyde de fer, sont en proportion moindre dans le porphyre que dans l'orthose; quant à

Oxyde de fer. la teneur en *oxyde de fer*, elle est le plus souvent de 2 à 3 p. o/o, et dans les analyses faites jusqu'à présent on n'en a pas trouvé plus de 6 p. o/o.

Chaux, magnésie. La *pâte* et le *porphyre* ont, de même que le granite, une teneur en *chaux* qui est seulement de quelques millièmes, et une teneur également très-faible en *magnésie*.

Potasse, soude. La pâte du porphyre contient des *alcalis*, ainsi qu'on pouvait le prévoir d'après la propriété qu'elle a de se kaoliniser et de fondre au chalumeau, quoiqu'elle ne soit pas riche en fer. D'après les analyses de MM. Schweizer et Kersten, il y a plus de *potasse* que de *soude*; tandis que d'après M. Wolff l'inverse pourrait quelquefois avoir lieu. Je pense cependant que ce dernier résultat n'est qu'accidentel, car en faisant l'analyse de diverses roches granitoïdes j'ai toujours trouvé qu'elles

contenaient plus de potasse que de soude. En comparant les analyses du porphyre quartzifère avec celles des granites des Vosges, j'ai constaté d'ailleurs qu'à richesse égale en silice la teneur en *alcali* du porphyre est moindre que celle du granite.

Indépendamment de toute considération sur le mode de gisement et de formation, on peut expliquer, d'après la composition chimique seulement, pourquoi la structure cristalline ne s'est développée que d'une manière incomplète dans le porphyre quartzifère : en effet, l'oxyde de fer y est bien en excès relativement à la quantité de cet oxyde qui se trouve dans le granite; mais au moment de la cristallisation il n'a pas rencontré, comme cela a eu lieu dans la syénite, une quantité de chaux et de magnésie suffisante pour former de l'amphibole : en outre, toutes choses égales, la cristallisation des feldspaths a dû être moins facile dans le porphyre que dans le granite, à cause de la teneur plus faible du porphyre en alcalis.

Dans des recherches antérieures j'ai fait voir que les Mélaphyres, les Basaltes, et en général les Roches Porphyriques *sans quartz*, ont une teneur en silice à peu près égale ou inférieure à celle du feldspath du sixième système qui a cristallisé dans leur pâte; il n'en est pas de même pour les Roches Porphyriques *avec quartz*, et en général pour les Roches Granitoïdes ou pour celles dans lesquelles la structure cristalline est très-développée.

Dans le porphyre quartzifère en particulier, il y a deux feldspaths dont la teneur en silice est inégale, et il résulte des analyses qui précèdent que la teneur en silice du feldspath dominant

ou de l'orthose est toujours inférieure à celle de la pâte, et à plus forte raison, par conséquent, à celle de la masse de la roche.

II. EUPHOTIDE DU MONT GENÈVRE.

J'ai analysé le feldspath extrait de la pâte d'une Euphotide du mont Genèvre, dont la structure cristalline était très-développée; il formait des lamelles blanc-verdâtres, ayant souvent plus d'un centimètre de longueur, qui étaient mâclées comme les feldspaths du sixième système.

Feldspath. Au chalumeau, ce feldspath fond en un verre blanc et bulleux.

Dans le tube fermé, il donne de l'eau et il devient blanchâtre.

Avec le borax, il se dissout et on a une perle transparente.

Avec le phosphate de soude, dissolution difficile, mais qui peut cependant être complète.

Avec le carbonate de soude, des squelettes gonflés restent dans la perle sans se dissoudre.

Bien porphyrisé et traité par les acides chlorhydrique et sulfurique, il se gonfle et il se laisse attaquer.

J'ai trouvé pour sa composition :

	1° Carb. soude.	2° Acide fluorh.	Moyenne.
Silice	49,73	»	49,73
Alumine	29,80	29,50	29,65
Protoxyde de fer	»	0,85	0,85
Oxyde de manganèse	traces	»	»
Chaux	11,29	11,07	11,18
Magnésie	0,56	»	0,56
Soude	»	4,04	4,04
Potasse	»	0,24	0,24
Eau et acide carbonique	3,75	»	3,75
			100,00

Malgré le triage, ce feldspath n'était pas pur; il contenait des lamelles de talc, des veinules de matière serpentineuse qui deviennent visibles à la loupe par la calcination; il y avait en outre un carbonate non attaquable par l'acide acétique ou par l'acide nitrique, mais qui l'était à chaud par l'acide hydrochlorique. En traitant 1 gr. du feldspath par ce dernier acide, j'ai trouvé qu'il dissolvait protoxyde de fer 0,80 — chaux 0,78 — magnésie 0,55 — alumine et silice 0,60, etc.; la quantité de carbonate mélangé n'est pas supérieure à la somme des carbonates correspondants aux trois bases à 1 atome dissoutes par l'ac. chlorhydrique, ou à 3,83; comme le feldspath et les matières mélangées avec lui s'attaquent à chaud par l'acide chlorhydrique, comme en outre le carbonate doit surtout être à base de fer à cause de sa résistance aux acides, il est probable même que le carbonate mélangé ne diffère pas beaucoup de la quantité de carbonate correspondant au protoxyde de fer ou de 1,30 p. 0/0.

Le dosage de l'eau a d'ailleurs fait voir qu'il y en a au moins 2,50.

Le *diallage* est de beaucoup, après le feldspath, le minéral le plus abondant, et il est mélangé comme lui avec du *carbonate à base de fer*, du *talc* et de la matière *serpentineuse*.

Indépendamment des minéraux qui précèdent : on tronve dans l'Euphotide de l'*hornblende*, du *fer oxydulé*, de la *pyrite de fer*, etc.

Il y a encore, surtout dans des géodes, de la *chaux carbonatée*, du *quartz*, de l'*épidote*.

Masse de la roche.

L'essai de la masse d'une Euphotide du mont Genèvre m'a donné : *silice* 45,00 — *alumine et peroxyde de fer* 26,83 — *chaux* 8,49 — *magnésie, soude et potasse* (diff.) 13.90 — *eau et acide carbonique* 5,78.

La perte obtenue par calcination tient à la présence d'une notable quantité de carbonate dans la pâte de la roche.

NOTICE

Sur la MINIÈRE *de* FER *de* FLORANGE, département de la Moselle, *et sur ses relations avec le grès super-liasique* (marly-sandstone *des Anglais*);

Par M. J. LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines.

On exploite, à 3 kilomètres environ au Nord-Est des forges d'Hayange, dans l'arrondissement de Thionville (Moselle), une minière de fer d'une importance assez petite, soit quant à l'étendue des travaux, soit quant à la richesse et à la qualité du minerai, en comparaison des grands groupes de minières d'Aumetz et de Saint-Pancré, et de leurs analogues si répandus sur le plateau oolitique qui constitue l'arrondissement de Briey; mais qui est intéressante à considérer, en raison précisément de ce qu'elle se distingue complétement de ces dernières : c'est la minière de Florange, dont les produits, d'ailleurs, entrent depuis plus de quarante ans, mais pour une petite partie, dans la composition des charges des hauts-fourneaux d'Hayange, lorsqu'ils roulent en fonte *métis* ou en fonte *tendre*.

La minière de Florange est située au milieu du bois domanial de ce nom. Ce bois est dans la plaine, et il en forme le commencement, à l'altitude moyenne de 210 mètres, pendant que la Moselle, distante de 5 kilomètres environ, est à l'altitude 150. Le sol en est exclusivement formé par de l'argile sableuse ou par du sable. Cette argile est jaunâtre, jaspée de blanc, et présente souvent

sur ses surfaces de séparation un enduit bleu dû sans doute à de l'oxyde de manganèse. La minière a environ 4 mètres de profondeur, et la coupe ne montre pas autre chose qu'une alternance de sable avec l'argile sableuse dont il vient d'être parlé. Le sable est très-fin et d'un blanc-jaunâtre. A mesure qu'on s'approfondit, il devient de plus en plus blanc, et la proportion par rapport à l'argile devient aussi de plus en plus grande.

C'est dans ce dépôt argilo-sableux que gît le minerai, et on le trouve remplissant jusqu'aux interstices des racines du gazon qui couvre le sol de la forêt. Le minerai n'est pas en grains ronds, mais en petits morceaux plus ou moins polyédriques, arrondis seulement sur les angles, et qui n'atteignent pas le volume d'un centimètre cube. Le plus généralement ces morceaux sont aplatis sous forme de ce qu'on appelle *plaquettes*, et souvent aussi ces plaquettes présentent une surface mamelonnée, plus ou moins contournée, à l'instar des hématites. Tous ces grains appartiennent au genre *fer oxydé hydraté*. Ils sont accompagnés d'autres grains stériles dont les formes sont beaucoup plus arrondies, et qui sont constitués par un grès micacé argileux, jaune ou blanc-jaunâtre, s'égrenant facilement entre les doigts. Quelques grains métalliques se montrent aussi intimement pénétrés de ce grès.

Le minerai de Florange est lavé aux lavoirs de Marspich, situés à un kilomètre et demi de la minière, pour le débarrasser des parties terreuses qui le souillent; il subit ensuite un relavage à l'usine. La terre à mine rend à peu près 25 p. o/o de minerai lavé, et il sort annuellement des lavoirs 12.000 quintaux métriques environ de ce

dernier. Rendu à l'usine, le minerai lavé revient, par quintal, à 71 centimes, qui se décomposent ainsi qu'il suit :

	cent.
Main-d'œuvre de l'extraction et du lavage. . . .	22,5
Indemnité pour la valeur du minerai.	7,5
Nivellement des terrains fouillés et indemnité pour la moins-value du sol.	4,0
Indemnités diverses pour l'établissement des lavoirs, pour le curage de l'étang qui reçoit les boues de lavage, et pour l'entretien des chemins communaux.	6,0
Transport des terres à mine aux lavoirs. . . .	22,5
Transport du minerai lavé à l'usine.	7,5
Relavage à l'usine..	1,0
Total.	71,0

L'analyse du minerai lavé a été faite au laboratoire de l'École des mines par M. l'ingénieur Rivot, qui l'a trouvé composé ainsi qu'il suit :

Argile et sable. .	0,27
Eau.	0,12
Peroxyde de fer. .	0,61
	1,00

L'essai par la voie sèche a donné, pour 1 de minerai, 0,415 d'une fonte grise cassante. Cette fonte contient une trace de soufre et d'arsenic, et près de 1 p. 0/0 de phosphore : quantité très-notable et qui rend raison de ce fait, que le mélange du minerai de Florange dans les charges est considéré comme produisant de la fonte particulièrement propre au moulage.

Il faut remarquer d'ailleurs que l'échantillon analysé était complétement débarrassé des fragments de grès, de sorte que la richesse de 41 p. 0/0

accusée par l'essai dépasse de beaucoup la teneur moyenne. En grand, on n'estime pas le rendement au-dessus de 27 p. 0/0.

J'ai dit que la minière a environ 4 mètres de profondeur. Au delà de ce terme, on trouve du sable blanc stérile, et il paraît qu'un sondage poussé jusqu'à plus de 30 mètres n'a pas rencontré autre chose. Le sable est exploité pour le moulage dans une autre partie de la forêt.

Quoi qu'il en soit, on reconnaît, non loin de la minière, que ce terrain de transport repose sur des marnes bleuâtres qui appartiennent évidemment au groupe des marnes suprà-liasiques. Or, à l'Ouest de la minière, s'étend du Sud au Nord, entre les villages de Marspich et de Volkrange, une petite colline dont le sommet est élevé de 259 mètres au-dessus du niveau de la mer, et de 40 mètres, par conséquent, au-dessus de la plaine qu'occupe le bois de Florange. Cette colline n'est composée extérieurement que de sable au milieu duquel on trouve beaucoup de plaquettes de fer hydroxydé; mais les nombreux ravins qui la sillonnent montrent qu'elle est constituée par une roche parfaitement stratifiée, laquelle roche n'est autre chose qu'un grès micacé argileux (psammite), friable, blanc-jaunâtre, et pénétré en tout sens de petits filons de fer oxydé hydraté. Plusieurs de ces ravins, d'ailleurs, entament jusqu'aux couches qui font la base de la colline, ce qui permet de constater directement que le grès repose sur les marnes bleues suprà-liasiques, indiquées tout à l'heure auprès de la minière. Que l'on examine maintenant la nature des éléments qui composent ce grès, ainsi que celle des petits filons ferrugineux qui le traversent, et l'on reconnaît

qu'il y a identité complète, d'une part avec le sable, et de l'autre avec les grains et les plaquettes de fer oxydé hydraté de la minière de Florange; de telle sorte qu'il est impossible de douter que cette minière ne soit une alluvion formée aux dépens de la colline de grès de Marspich qui borde la plaine à l'Ouest. Et ce qui vient surabondamment à l'appui de cette conclusion, c'est la composition tout analogue de l'alluvion qui se forme tous les jours, et sous nos yeux pour ainsi dire, au pied de cette colline. Toutefois, on ne peut pas songer à attribuer une origine moderne au dépôt ferrifère de Florange, ce dépôt étant intimement lié, comme je l'ai dit en commençant, à l'argile jaune, jaspée de blanc, à taches manganésiennes, laquelle forme la base et comme le type du *diluvium* sur les deux revers des Vosges, ainsi que je l'ai établi dans les différents mémoires que j'ai adressés depuis 1836 à l'administration des mines, sur la géologie du département de la Meurthe (1).

Bien que la colline de Marspich soit isolée et que

---

(1) L'argile jaune diluvienne s'observe sur les coteaux comme dans les plaines. Je l'ai vue depuis l'altitude 210 jusqu'à l'altitude 360, recouvrant le grès vosgien tout aussi bien que l'oxford-clay, et partout avec les mêmes caractères. Un des plus remarquables, parmi ces caractères, c'est que l'argile diluvienne ne renferme que des galets de quartz et jamais de galets de granite ou des autres roches anciennes des Vosges, que roulent aujourd'hui en si grande abondance les cours d'eau qui descendent de ces montagnes. Cette circonstance conduit à voir l'origine de ces galets et de l'argile elle-même dans le grès des Vosges, qui aura été détruit et lavé sous l'influence de puissants cours d'eau. Et l'on trouve un témoignage di-

le grès n'y soit pas recouvert, l'application de cette colline sur les marnes bleues suprà-liasiques, sa situation au bord de la plaine, où elle forme comme un premier gradin, au-dessus duquel on en voit s'élever, plus à l'Ouest, un autre (alt.=320) que couronne le calcaire oolitique, conduisent déjà à assimiler le grès dont il s'agit au *marly-sandstone* des Anglais. Mais voici, du reste, des preuves directes à l'appui de cette opinion.

Le village de Beuvange-sous-Saint-Michel, situé à 3 kilomètres au Nord de Marspich, est assis sur les marnes bleues suprà-liasiques. On les observe très-bien au bas d'un ravin où elles sont caractérisées par des ovoïdes ferrugineux. Or, si l'on remonte ce ravin de l'Est à l'Ouest, pour atteindre la côte oolitique d'Algrange, on observe au-dessus des marnes : 1° du grès jaune, micacé, avec plaquettes ferrugineuses, que l'on ne saurait différencier de celui de la colline de Marspich; 2° un calcaire sableux renfermant de ces mêmes plaquettes; 3° un calcaire jaunâtre, marneux et très-schisteux; 4° une couche de mine de fer

---

rect de ce lavage dans les dépôts sableux que l'on observe en beaucoup de points de la Lorraine, et nommément à Bühl, à Domèvre-sur-Vesouze et à Gosselming (Meurthe), ainsi qu'à Harskirch (Bas-Rhin); car le sable qui constitue ces dépôts, et qui est fort estimé pour les constructions parce qu'il est fort pur, n'est composé que de petits cristaux ébauchés de quartz hyalin, de couleur rosée, dans lesquels on ne peut méconnaître les éléments habituels du grès vosgien, tels qu'on les obtiendrait de la trituration et du lavage de cette roche. A Bühl, le dépôt sableux atteint jusqu'à 7 mètres d'épaisseur et il est couronné par l'argile jaune.

oolitique entremêlée de calcaire rougeâtre coquillier ; 4° un calcaire tout analogue au n° 4, mais plus marneux encore au contact de la couche de mine, et renfermant quelques lamelles d'encrines. Cette couche de mine était exploitée il y a une douzaine d'années pour les hauts-fourneaux d'Hayange, au moyen de quelques galeries ouvertes presqu'au sommet de la côte. Le plateau (alt. = 397) qui couronne celle-ci est formé par le calcaire oolitique bien caractérisé.

Des relations géognostiques toutes pareilles s'observent quand on monte du village de Knutange à la mine de ce nom (au N.-O. d'Hayange), ainsi que dans une foule d'autres points du département de la Moselle ; et il me paraît infiniment probable que le marly-sandstone règne sans discontinuité d'un bout à l'autre de ce département, et de même dans celui de la Meurthe. Que s'il échappe souvent à l'observation, c'est qu'il arrive rarement qu'il soit aussi facile à observer que près de Marspich, parce que ce n'est aussi qu'exceptionnellement qu'il constitue des collines à lui seul.

Le petit monticule qui porte le village de Mont Saint-Martin, au N.-E. de Longwy, est constitué également par un grès jaune, que couronnent quelques lambeaux de couches de minerai oolitique. Ce minerai, lui (nous le nommerons *minette*, comme dans le pays), apparaît dans tout son développement sur le flanc Ouest de la grande route qui remonte vers Longwy, formant là un système dont l'épaisseur ne va pas à moins de 15 mètres, et qui est interrompu par des lits horizontaux bien marqués de calcaire schisteux verdâtre, ainsi que par de nombreuses veines hématiteuses très-minces,

ce qu'on appelle du minerai en plaquettes. Comme cela se présente d'habitude dans les gîtes ferrifères de cet horizon, la partie supérieure du système est formée par de l'oolite rouge, tandis que c'est de l'oolite brune qui constitue la partie inférieure. Celle-ci, en outre, est sableuse et toute pénétrée de petites veines hématiteuses; et cette double circonstance de la présence des plaquettes hématiteuses dans la minette tout comme dans le grès qui lui sert de base, et de la pénétration dans cette même minette du sable dont le grès est composé, établit une liaison évidente entre la formation du minerai oolitique et celle du marly-sandstone.

C'est aussi ce grès que l'on observe dès qu'on sort du village de Saulnes (à 4 kilomètres vers l'Est de Mont-Saint-Martin) du côté du Nord-Est; et là encore il constitue un petit coteau formant la base d'un escarpement de minette, laquelle est exploitée pour les forges voisines d'Herserange.

En remontant vers le Sud le petit vallon de la Moulaine qui descend à ces forges, on arrive au moulin dit *de la Platinerie*, près duquel deux hauts-fourneaux ont été récemment élevés. Or, une exploitation de minette est ouverte pour ces hauts-fourneaux, sur le flanc Ouest du vallon, et voici ce qu'on y observe. Le gîte métallifère occupe une dizaine de mètres de hauteur et il repose sur du grès tout infiltré de plaquettes hématiteuses. Là, comme près de Mont-Saint-Martin, la partie supérieure du gîte est formée par de l'oolite rouge et la partie inférieure par de l'oolite brune, celle-ci étant toute pénétrée de la matière du grès et tout infiltrée, comme ce dernier, de veines hématiteuses, qui parfois se présentent formant une

série de courbes fermées, concentriques, ainsi que cela se voit souvent dans les marbres. Ici les couches supérieures (l'oolite rouge) se montrent interrompues par de gros blocs arrondis ou de grosses glandes de calcaire jaune, et qui, en raison de cette différence de couleur, donnent à l'ensemble un aspect tout bariolé. Parfois, les blocs calcaires deviennent si gros et si rapprochés que la minette n'est plus que la partie accessoire, formant seulement quelques taches rouges intercalées entre eux. Les couches métallifères ont là pour toit un banc formé d'un calcaire qui empâte des nodules soit ronds, soit anguleux, soit cylindroïdes, quelquefois fort gros, d'argile ferrifère brune, et qui ont cela de remarquable que leur surface présente le luisant qui est propre aux hématites, comme si on les avait passés au brunissoir. Enfin, par-dessus ce banc calcaire, il apparaît une mince couche d'argile grise, au-dessus de laquelle encore se développe le calcaire oolitique proprement dit. Une source se fait jour à ce contact.

Cette dernière circonstance, qui pendant longtemps n'a pas été assez remarquée, s'observe en un grand nombre d'autres points de la contrée. Ainsi, à la sortie du village de Thil, sur le chemin de Villerupt, on voit une source couler en formant une petite cascade par-dessus un escarpement de minette rouge ; ce qui établit suffisamment qu'il y a des couches marneuses superposées à cette minette. Ces marnes se montrent même atteignant une assez grande puissance sur le chemin qui monte, au Sud de Villerupt, à travers le bois ; et, à Ottange, un sondage les a traversées sur plus de 15 mètres d'épaisseur avant d'arriver à la minette. Elles sont, là, bleuâtres et parfaitement analogues

aux marnes suprà-liasiques sur lesquelles repose le *marly-sandstone*.

De semblables rapports de superposition s'observent aussi bien dans les couches minérales qui constituent les environs de Metz, et, par exemple, sur les flancs de la côte oolitique appelée le mont Saint-Quentin. La butte dite de *Charles-Quint*, qui flanque cette côte au regard de l'Est et assez près de son sommet, est formée par un grès jaune, traversé par de petits filons de fer oxydé hydraté, lequel grès n'est évidemment rien autre que le marly-sandstone; il repose sur des marnes bleuâtres que l'on observe en particulier dans le petit col qui sépare la butte de Charles-Quint de la masse de la côte, et au contact desquelles il apparaît un premier niveau d'eau. D'ailleurs, et en remontant le flanc de cette côte, au delà du petit col, on retrouve encore le même grès, renfermant là quelques parties bleues très-dures qu'on jugerait, d'après leur aspect, propres à fournir des pavés. Au-dessus du grès, on atteint une couche de marne d'un gris-clair, par-dessus laquelle enfin vient le calcaire oolitique. Une petite fontaine accusée par quelques peupliers, et qui regarde l'Est un peu Sud, sort évidemment du contact de ces marnes avec le calcaire oolitique; en sorte qu'il y a sur cette côte deux niveaux d'eau distincts. Toutefois, la fontaine dont je viens de parler est très-souvent à sec; ce qui doit tenir au peu d'étendue du plateau oolitique qui forme comme son récipient alimentaire, et cela par suite de la configuration quasi-insulaire du mont Saint-Quentin. Du reste, la minette semble manquer là, et il est assez remarquable que le calcaire oolitique du plateau présente des parties tout à fait sableuses avec des

plaquettes hématiteuses absolument pareilles à celles du marly-sandstone. Quoi qu'il en soit, la minette existe dans le petit vallon qui descend du mont Saint-Quentin vers le village de Plappeville, et elle repose encore là sur le marly-sandstone.

Ce grès s'observe très-bien aussi en amont de Metz, près du village de Sainte-Rufine, dans la vallée de la Moselle, et on a reconnu qu'il forme partout, sur le flanc gauche de cette vallée jusqu'au rupt de Mad, la base des couches de minerai oolitique qui y ont été constatées d'une manière presque continue. En un point situé entre Vaux et Ars, le toit de la mine n'est pas seulement argileux, comme je l'ai déjà si souvent indiqué, mais argilo-sableux, et passant même plus ou moins au grès, et même à un grès bleu et dur, analogue à celui que j'ai mentionné tout à l'heure à la butte de Charles-Quint. Et ce fait conduirait à faire considérer la minette comme subordonnée au grès, ainsi que cela a précisément lieu dans l'Albe du Wurtemberg, aux mines d'Aalen et de Wasser-Alfingen.

Un fait tout pareil s'observe à Champigneulles, près Nancy, où l'on exploite aussi la minette. On la voit là formant un système de plus de 10 mètres de hauteur, lequel repose sur une couche de sable argileux et est également recouvert par une couche d'argile sableuse gris-bleuâtre.

Près de Chavigny, vers le Sud-Ouest de Nancy, le système des couches ferrifères, qui y est exploité, a une douzaine de mètres de hauteur, et il est couronné par une couche d'argile grise bien marquée. D'ailleurs, si le marly-sandstone ne s'observe pas dans l'escarpement, je l'ai vu très-distinctement entre Chavigny et Neuves-Maisons.

Il résulte de tous les développements dans lesquels je viens d'entrer que le grès de Marspich, aux dépens duquel a été formé le dépôt ferrifère de Florange, appartient à un horizon bien marqué et qui est précisément celui qu'occupe le marly-sandstone des Anglais; que ce grès est intimement lié à la minette, et que la minette est habituellement séparée du calcaire oolitique par des couches marneuses fort analogues à celles qui suportent le grès lui-même. Et si j'ajoute que les fossiles abondamment renfermés dans la minette (1) se rapprochent bien plus de ceux des marnes supràliasiques que de ceux du calcaire oolitique, on se trouve conduit à rattacher à la fois au groupe de ces marnes et la minette et le marly-sandstone, de telle sorte que le système oolitique ne commencerait que là où commencent habituellement les

(1) Ces fossiles, déterminés par M. l'ingénieur Bayle, sont les suivants :

Belemnites tripartitus (Schlotheim).

Belemnites irregularis (Schlotheim). = B. digitalis (Faure-Biguet).

Belemnites Bruguieranus (d'Orbigny). = B. paxillosus (Schlotheim).

Ammonites opalinus (Reinecke). = A. primordialis (Schlotheim). = A. alensis (Zieten).

Gryphæa cymbium (Lamarck).

Trigonia costata (Lamarck). = T. similis (Agassiz).

L'*Ammonites opalinus*, le *Belemnites tripartitus* et la *Gryphæa cymbium* se présentent surtout en grande abondance.

On reconnaît aussi les genres Astarte, Pinna, Pholadomia, Pleurotomaria, etc., mais sans qu'on puisse déterminer quelles sont les espèces qui les représentent.

couches vraiment résistantes et de couleur claire, les calcaires de l'*inferior-oolit*.

Que si jusqu'ici, en général, on a, tout au contraire, rattaché à ce calcaire le marly-sandstone et la minette, c'est parce qu'on ne tenait pas compte de la couche de marnes qui recouvre celle-ci, et qu'on se préoccupait outre mesure, selon moi, d'une part de la connexion qui existe souvent (il faut le reconnaître) entre le calcaire et les bancs de minerai, et d'autre part de la structure oolitique de ce minerai, structure qu'on ne peut évidemment pas considérer comme caractéristique de l'âge des couches, puisqu'elle s'observe dans le lias inférieur et même dans le muschelkalk. Dans cet ordre d'idées, la limite se trouvait bien marquée à la jonction du grès et des marnes sur lesquelles il repose, jonction que l'on considérait comme accusée par les sources qui se manifestent ordinairement vers ce niveau, sur le flanc des coteaux couronnés par l'inferior-oolit. Mais bien qu'il existe souvent, en effet, une nappe d'eau à cette jonction, on se faisait certainement illusion en rapportant à cette nappe les sources considérables que l'on avait en vue, et qui, bien évidemment, comme je l'ai constaté depuis, coulent à un niveau supérieur et non pas inférieur à la minette.

Le marly-sandstone constituant, d'après ce qui précède, un horizon bien marqué dans tout le département de la Moselle, il a dû se former nécessairement plus d'un dépôt d'alluvion analogue à celui de Florange; mais c'est le seul qui soit exploité comme minière de fer. Cependant, dans ces dernières années, l'attention des maîtres de forges s'est portée sur des amas plus ou moins abondants de *plaquettes* disséminées dans du sable, lesquels

amas se trouvent au pied des coteaux oolitiques, dans la commune de Rédange, village situé vers le Nord de Villerupt, tout près du chemin du dit village à Thil et de la source du ruisseau de la *Côte-Rouge*, et qui ont certainement la même origine que le gîte ferrifère de Florange.

Le minerai de Florange répond précisément, par ses caractères, au *blättelerz* des Allemands, lequel n'est, comme on sait, qu'un minerai de transport formé de petits fragments de mine *plate;* et tel est, par exemple, celui qu'on exploite, près de Zinswiller, dans le département du Bas-Rhin; mais tandis que le dépôt ferrifère de Florange a été formé aux dépens des petites veines hématiteuses qui parcourent en tout sens le marly-sandstone, celui de Zinswiller est manifestement formé de fragments des *œtites*, que l'on rencontre en si grande abondance dans les marnes suprà-liasiques. D'ailleurs, ces deux dépôts appartiennent certainement à la même époque; car il résulte d'observations de M. Daubrée que le gîte de Zinswiller est associé à l'argile jaune diluvienne que j'ai caractérisée ci-dessus. Et l'on conçoit parfaitement que le phénomène diluvien, qui a dû attaquer indifféremment tous les terrains, ait donné lieu à des alluvions empreintes dans chaque localité des caractères particuliers qui sont empruntés au terrain avoisinant, bien que présentant partout les mêmes caractères généraux.

Il est fort rare que l'on puisse parvenir, comme je l'ai pu faire ici, à remonter d'une alluvion ancienne aux couches mères d'où elle a été arrachée, et c'est ce qui nous a paru surtout propre à donner quelque intérêt à cette notice. En étendant de pareilles recherches, on serait d'ailleurs

probablement conduit à un résultat assez important, même au point de vue pratique, à reconnaître que le nombre des minières de fer que l'on range parmi les gîtes d'alluvion doit être extrêmement réduit, et que les minerais qui forment la richesse en fer du Centre, de l'Est et du Sud-Ouest de la France, ceux-là auxquels est due principalement la réputation de la fabrication française, ne sont précisément pas des minerais d'alluvion. Ainsi, quand on considère que l'on trouve dans les minières d'Aumetz, au fond de cavités de 25 mètres et plus de profondeur, des blocs de mine, à structure concrétionnée, qui atteignent jusqu'à 200 mètres cubes, sans qu'il s'en rencontre jamais de pareils à la surface du sol; quand on considère que ces cavités s'allongent dans des directions rectilignes, comme d'étroites vallées encaissées entre des parois de calcaire oolitique, aux couches horizontales, et qui souvent même pénètrent, en boyaux souterrains, sous ces couches; quand on voit ces parois toutes déchiquetées et corrodées, comme cela pourrait arriver par le passage de gaz ou d'eaux acides, il paraît impossible de penser que ces blocs, non plus que leurs analogues des minières de Saint-Paneré, aient été amenés là par un courant diluvien; et l'on est bien plutôt porté à attribuer leur formation à l'éjaculation d'eaux gazeuses chargées de carbonate de fer, qui se seraient fait jour par quelque fente préexistante, et par où auraient fait d'abord irruption les agents acides auxquels serait dû le creusement ou l'élargissement des cavités elles-mêmes (1). Il faut ajouter, toutefois, qu'il se

(1) On observe, dans les minières de Saint-Pancré, des

serait produit là un double phénomène, et qu'après cette action accomplie, du minerai, bien caractérisé pour être de transport, a été charrié tout au travers de la contrée; car telle est la nature du minerai que l'on trouve habituellement répandu à la surface du sol, et que l'on rencontre cependant aussi dans la profondeur, mêlé aux autres matériaux diluviens qui ont comblé les cavités et nivelé le terrain. Aussi bien, la grande réputation dont jouissent, depuis un temps immémorial, les minières d'Aumetz et de Saint-Pancré, pour la qualité de leurs produits, ne s'applique-t-elle pas indifféremment à tous les minerais; elle appartient, avant tout, aux blocs dits *de fondation* qui auraient été formés *sur place*, dans les circonstances indiquées ci-dessus.

---

boules qui n'ont point le caractère de pierres roulées, et qui sont formées d'un quartz-jaspe, gris, mat à la surface, qui ne se rencontre nulle part dans les formations stratifiées environnantes. On concevrait très-bien que ces boules de jaspe eussent été, tout comme le minerai, déposées sous l'action des eaux gazeuses émanées du foyer central.

MÉMOIRE

Sur les dunes du golfe de Gascogne;

Par M. PIGEON, ingénieur des mines.

Parmi les formations d'origine récente et contemporaines de l'homme, il n'en est pas qui, pour l'étendue comme pour le relief, soient plus remarquables que les dunes.

Les vents dont l'action puissante renverse des constructions solides, déplacent avec une grande facilité les matières légères et ténues, et, dans les déserts de l'Afrique, les tempêtes chassent devant elles de véritables vagues de sable et ensevelissent tout ce qui se trouve sur leur passage. Sur le bord de la mer, lorsque la plage est formée de sable et qu'elle se prolonge sous l'eau suivant une faible pente, le même phénomène tend constamment à se produire sous l'influence des vents du large.

Le rivage du golfe de Gascogne présente entre les embouchures de la Gironde et l'Adour les conditions les plus favorables pour la formation des dunes. La plage est basse et couverte de sables, assez gros pour que le vent ne les transporte pas à des distances indéfinies comme la poussière des routes ou la cendre ténue des volcans, mais sur lesquels il a toutefois assez de prise pour les soulever dans l'air et leur faire remonter certaines pentes de plans inclinés. A la marée basse, cette plage se découvre sur de grandes étendues; le soleil et le vent la sèchent rapidement, et lorsque

soufflent les vents d'Ouest, qui dominent dans ces parages et sont souvent d'une grande violence, ils entraînent les sables qui, trouvant sur le rivage une inclinaison plus forte, ou tout autre obstacle, s'y déposent en amas irréguliers. Incessamment poussés par la même action, de nouveaux grains arrivent qui gravissent les déclivités de ces amas et augmentent successivement leur hauteur et leur base. Les sables que l'impulsion du vent a portés jusqu'au sommet des monticules s'y trouvent dans un équilibre instable, et ils tendent sans cesse à être précipités sur l'autre versant, où ils se déposent en talus. Cette tendance est d'autant plus forte que le sommet est plus élevé, et telle est la principale cause qui limite la hauteur.

C'est ainsi que se sont formées les dunes, et lorsque les vents d'Ouest soufflent avec force, l'on ne peut parcourir le littoral de la Gascogne sans être, à fréquentes reprises, témoin de la production de ce phénomène.

Si les vents rapides n'affectaient pas une direction dominante, l'effet qu'un courant d'air aurait produit, tel autre courant de sens contraire viendrait le détruire : sur le littoral de la Garonne, par exemple, les vents d'Est rejetteraient dans la mer les sables que les vents d'Ouest auraient poussés sur la plage. Mais les derniers sont les seuls qui soufflent avec violence sur cette côte : ils y produisent les tempêtes et dominent pendant la mauvaise saison. De là vient la grande tendance des dunes à se former sur ce littoral, tandis que sur d'autres plages basses et sableuses le phénomène n'a pas lieu, ou ne se manifeste que sur une bien moindre échelle (1).

---

(1) Tel est le cas du littoral du golfe du Lion, dans la

Le caractère principal du relief de dunes en voie de formation ou d'accroissement, c'est qu'elles présentent du côté de la mer des surfaces à pentes douces et légèrement concaves, tandis que les versants qui regardent la terre sont terminés par des talus abruptes, résultant de l'éboulement des sables.

La mobilité est encore un caractère essentiel, et tant que la végétation n'a pas fixé le sol, les dunes sont incessamment modifiées par l'action du vent. Aussi des ouragans font successivement écrouler leurs sommets et remonter les sables accumulés sur les pentes douces, de sorte que la colline se transporte en réalité tout entière. En même temps qu'elle abandonne son ancienne place, les sables rejetés par la mer viennent au même lieu former une nouvelle dune, qu'une vallée longitudinale sépare de la précédente.

Ce sont donc à vrai dire de grandes vagues de sable qui se sont successivement avancées dans l'intérieur des terres.

Telle est l'impression dominante qui résulte de l'aspect d'une chaîne de dunes, et du haut d'un de leurs sommets, par un temps calme, l'on domine une sorte de mer, dont les vagues gigantesques semblent s'être brusquement pétrifiées.

La plus grande partie de la chaîne est complé-

Méditerranée. Des plages basses se développent sur une longue étendue de côtes, le sol est composé de sables et les vents du Midi soufflent maintes fois avec violence, mais la tendance qu'ils auraient à former des dunes est neutralisée par l'action des vents dits de *mistral*, et il ne se forme d'accumulation de sables que dans de rares localités abritées contre ces derniers vents.

tement inculte, et les masses dont elle se compose brillent au soleil d'une blancheur éblouissante. Le sol est cependant loin d'être tout à fait impropre à la végétation. Les vallées intérieures, basses et humides, se couvrent naturellement de diverses herbes, et la monotonie du coup d'œil est maintes fois interrompue par de magnifiques forêts que la main de l'homme a fait surgir dans ces solitudes.

Partout où la végétation n'a pas fixé le sol, le paysage est d'ailleurs pour ainsi dire mobile, et de violents ouragans changent brusquement l'aspect des lieux, substituant les collines aux vallons et remplaçant les protubérances par des dépressions.

Les dunes de Gascogne s'étendent au Nord jusqu'à la pointe de Grave, qui s'avance en cap et resserre l'embouchure de la Gironde. Au Sud, la chaîne se prolonge jusqu'aux falaises de Biarritz, au delà de la vallée de l'Adour. De même, sur la rive droite de la Gironde, elle reparaît sur la côte de Saintonge, dans les lacunes que présente la ligne des falaises du littoral.

Le bassin d'Arcachon constitue, au milieu des dunes, une large échancrure, et quelques coupures existent en outre dans le département des Landes, entre ce bassin et l'Adour, pour l'écoulement des eaux qui descendent de l'intérieur des terres.

Au Nord et au Sud de la Teste de Buch, la bande des dunes a de 4 à 6 kilomètres de largeur. En beaucoup d'autres endroits, la largeur est plus grande, et près de Mimizan, par exemple, cette dimension est de 8 kilomètres. Mais elle se rétrécit vers les extrémités, et près de Bayonne, comme à la pointe de Grave, elle n'est plus que de 300 à 400 mètres.

A la plus grande largeur des dunes correspond leur plus grande hauteur; ainsi les cimes culmi-

nentes se trouvent dans la zone située entre les étangs de Cazau et de Parentis. La hauteur moyenne y est de 50 mètres au-dessus du niveau de la mer, mais certains sommets dans la forêt de Biscarosse atteignent une élévation de 100 mètres.

Cette hauteur diminue avec la largeur de l'espace que couvre la chaîne, et dans le voisinage des embouchures de la Gironde et de l'Adour, où la bande est étroite, l'altitude moyenne n'est plus que de 12 à 15 mètres.

L'interposition des dunes est un obstacle à l'écoulement direct des eaux qui viennent de l'intérieur des terres, et elle a donné lieu à la formation de nombreux marécages et d'étangs, qui dégorgent dans la mer, soit par les deux fleuves, l'Adour et la Gironde, soit par le bassin d'Arcachon et les rares coupures pratiquées dans la chaîne. Plusieurs de ces étangs, à raison de l'étendue, de la profondeur et de la pureté des eaux, mériteraient plutôt le nom de lacs, et ils offriraient de grandes facilités pour l'établissement d'une belle voie navigable le long de la chaîne, ainsi que pour l'irrigation d'une étendue considérable de terrains. De grands travaux de ce genre ont été déjà exécutés au Sud du bassin d'Arcachon, et les eaux qui baignent le pied des dunes sont appelées à jouer un rôle important dans la régénération de cette intéressante contrée.

La masse des dunes est formée de sables quartzeux, au milieu desquels l'on distingue des paillettes de mica et des particules ferrugineuses. Les grains de quartz sont blancs, cristallins, et tout à fait analogues à ceux qui constituent le sable des grandes landes. Ils sont toutefois plus fins, et l'action des vagues de la mer les a débarrassés de toute



trace d'argile. Elle a de plus brisé les gros grains et sensiblement oblitéré les angles.

Les sables se présentent avec leur plus grande ténuité dans les parties culminantes des dunes, et l'on remarque que leur grosseur est la plus grande vers les extrémités de la chaîne et sur le littoral même de la mer. Il arrive en effet que le vent ne peut entraîner à de grandes hauteurs que les sables ténus. De plus, les violentes raffales du Nord-Ouest et du Sud-Ouest, qui se font fréquemment sentir dans ces parages, poussent incessamment les sables vers la partie centrale de la chaîne, et de là l'explication des proportions considérables, suivant lesquelles elle s'y développe.

On a déjà signalé comme trait caractéristique du relief des dunes, les pentes douces que présentent les versants tournés du côté de la mer, tandis que sur les autres versants, les sables se sont disposés suivant des talus d'une grande roideur.

Le mode de formation des dunes rend immédiatement raison de cette configuration. C'est en effet sur les versants à pente douce que s'élèvent les sables poussés par l'action du vent, et lorsqu'ils s'écroulent du haut des cimes, ils prennent naturellement les talus propres à leur nature de matière meuble.

Ce talus varie pour les sables ordinaires de 32 à 40°, et la fréquente rencontre de pareilles rampes rend la traversée des dunes très-pénible. La fatigue et la difficulté du parcours s'accroissent en outre par suite de la mobilité du sol, et le pied pénètre maintes fois assez profondément pour que l'on ne puisse pratiquer une espèce d'escalier, seul moyen de franchir ces fortes inclinaisons.

Quelque prononcée que soit cette déclivité, elle

paraît de prime abord beaucoup plus forte qu'elle ne l'est en réalité. C'est une des illusions dont on doit le plus se garder quand on parcourt un pays accidenté, et les observateurs novices, ou qui ne se servent pas d'instruments pour mesurer les pentes, sont exposés à commettre de singulières erreurs. Les surfaces des dunes qui regardent la mer sont en général légèrement concaves, et les tangentes forment avec l'horizon des angles de dimension variable, mais qui sont ordinairement compris entre 8 et 15°. Quelques déclivités sont toutefois plus considérables, et l'on en rencontre qui dépassent 20°.

Si pendant un ouragan les grains de sable étaient brusquement portés dans l'air, ils décriraient, sous la double influence de l'action du vent et de la pesanteur, des trajectoires d'autant plus longues et se rapprochant plus de l'horizontabilité que la vitesse de l'air serait plus considérable et la densité du sable moindre. Sur un plan incliné, le mouvement n'est plus le même. Il faut répartir l'action du vent entre deux composantes, l'une normale, l'autre parallèle à la direction du plan. Cette dernière tend seule à entraîner le sable, et il est clair qu'elle est d'autant plus forte que la pente est plus faible. Elle n'a plus, en outre, à vaincre que la partie du poids qui correspond à la composante parallèle à l'inclinaison, composante d'autant plus faible que cette inclinaison est moindre.

Une autre résistance se produit encore, il est vrai, due aux frottements réciproques des grains de sable, et elle est d'autant plus grande que le vent est plus fort. Si les grains étaient bien sphériques, et que la surface du plan fût nette et polie,



il y aurait frottement de roulement, et la résistance serait très-faible et à peu près négligeable. Mais ces deux conditions sont loin d'être remplies. Les grains ont des contours irréguliers, souvent même anguleux. La surface du plan incliné composée de grains pareils est en outre irrégulière et raboteuse. De là résultent des frottements de glissement considérables et qui sont un grand obstacle à la marche ascendante des grains.

Cherchons quelles seraient les conditions d'équilibre de ces différentes forces.

Nommons

i l'inclinaison du versant de la dune qui regarde la mer;

P le poids d'un grain de sable;

S la surface de sa section moyenne;

α l'inclinaison que fait avec l'horizontale la direction du vent;

V la vitesse du vent;

n et *φ* des coefficients numériques applicables à l'action du vent et à la résistance opérée par les frottements.

L'action dn vent sera donnée par l'expression $nS^{\frac{11}{10}}V^2$, et pour simplifier nous la désignerons par la lettre F.

Décomposant les différentes forces dans des directions parallèles et normales à la direction du plan incliné, l'on trouve que l'équilibre d'un grain de sable est donné par la formule:

$$F\cos(\alpha+i) = P\sin i + \varphi\,\{F\sin(\alpha+i) + P\cos i\}.$$

Cette formule fait bien ressortir les différences de prise du vent sur le sable, dont sont couverts les versants des dunes. On voit que l'action impul-

sive est d'autant plus forte que la pente est plus faible et la densité du sable moindre. Le vent produira en outre d'autant moins d'effet qu'il sera plus plongeant, et il arrivera pour certaines inclinaisons qu'il sera impuissant à déplacer le sable.

Si le vent agit dans une direction horizontale, la formule devient :

$$F \cos i = P \sin i + \varphi \{ F \sin i + P \cos i \},$$

laquelle se transforme dans la suivante :

$$\operatorname{tang} i = \frac{F - \varphi P}{P + \varphi F}.$$

On voit que l'angle i est d'autant plus grand que l'action du vent est plus énergique; car si l'effort F entre dans les deux termes de la fraction avec le signe $+$, il est au dénominateur affecté d'un coefficient numérique moindre que l'unité, et le produit s'y trouve joint à une quantité positive, tandis qu'au numérateur l'effort F est réuni à une quantité négative.

Prenons comme exemple particulier l'action d'un vent horizontal, dont la vitesse serait de 12 mètres par seconde. D'après les résultats de nombreuses expériences faites par Borda (1), un pareil vent produit un effort de 19k.,50 par mètre carré de surface directement exposée à son action.

Soit encore un grain de sable, dont le diamètre moyen serait de 2 millimètres et qui aurait une section moyenne de 3,1415 millimètres carrés; l'effort exercé par le vent serait sensiblement de 18 milligrammes, si la surface était plane; mais

(1) Expériences sur la résistance des fluides, par Borda. — Mémoire de l'Académie des sciences, 1763.

à raison de la convexité qu'elle présente, et conformément aux données de la pratique, nous réduirons cet effort d'un tiers et il sera approximativement de 12 milligrammes.

La densité des grains étant de 2,65, le poids du grain serait de 11 milligrammes.

La détermination du coefficient de frottement se fera approximativement d'après la considération du talus moyen, suivant lequel se déposent les sables qui s'éboulent. Ainsi, pour une inclinaison de 35° ce coefficient serait sensiblement de 0,70.

Nous posons ainsi :

$$F = 12 \text{ millig.}, \quad P = 11 \text{ millig.}, \quad \varphi = 0{,}7;$$

d'où l'on déduit :

$$\operatorname{tang} i = \frac{4{,}3}{19{,}4};$$

laquelle tangente correspond à un angle de 12° 1/2.

Le vent que nous avons pris pour exemple souffle avec force, mais il en est de bien plus impétueux, et dans les orages il n'est pas rare que la vitesse de l'air soit de 20 mètres par seconde. Dans un cas pareil et pour le grain de sable donné, l'on aurait $F = 33^{\text{millig}},3$ et l'on trouverait que :

$$\operatorname{tang} i = \frac{25{,}6}{34{,}4}$$

correspond à un angle de 36° 1/2.

Il paraît même que lorsque la tempête est d'une extrême violence, dans le cas des trombes, par exemple, l'air se précipiterait avec des vitesses de 40 mètres par seconde. Un pareil vent est assez fort pour renverser arbres, maisons, tout ce qui se rencontre sur son passage.

L'effort qu'il exerce sur une surface d'un mètre carré directement exposée à son action est de 216 kilog. environ, et le grain de sable en question subirait de sa part une pression de 133 milligr.

Or, posant F=133 milligr., il vient pour tang. *i* une valeur qui correspond à un angle de 50°.

On voit ainsi que certains coups de vent seraient susceptibles de faire remonter les grains de sable pris pour exemple sur des plans inclinés dont la pente dépasserait 45°; mais ce sont là des phénomènes exceptionnels, de véritables météores d'une production tout à fait accidentelle, d'une durée fort courte et qui n'auront qu'une influence passagère sur le relief des dunes. C'est l'action des vents régnants qui modèlera ce relief, et l'on a vu que sous l'impulsion d'un vent de force plus qu'ordinaire, parcourant 12 mètres à la seconde, les grains de sable pris pour exemple ne pourraient pas remonter une pente de plus de 12° 1/2.

Sur les dunes se trouvent, il est vrai, des sables de moindre grosseur, et si nous admettons que le diamètre moyen n'est que de 1 millimètre et la section moyenne de 0,785, comme l'on aura dans ce cas:

$$F = 2^{\text{millig.}},6, \qquad P = 1^{\text{millig.}},373,$$

il viendra :

$$\text{tang}\, i = \frac{1,64}{3,19},$$

d'où l'on déduit :

$$i = 27°.$$

A des vents de 20 et 40 mètres de vitesse par seconde, l'on trouverait de même, comme inclinaisons correspondantes, les angles de 44 et 53°.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire les effets dus à ces coups de vent, rares et exceptionnels, mais nous remarquerons quelle grande influence a la grosseur des grains, puisque sous l'action d'un vent de 12 mètres de vitesse par seconde un grain de 1 millimètre de diamètre pourtait remonter une inclinaison de 27°, tandis que l'inclinaison maximum serait de 12°30′ pour un grain de même nature et semblable, mais de diamètre double.

Cette mobilité des sables fins et cette tendance à gravir telle pente donnée, d'autant plus grande que les grains sont de moindre dimension, font que les sables les plus ténus doivent se porter à la partie supérieure des dunes et qu'il s'y disposeront sous l'action du vent, suivant des inclinaisons de plus en plus fortes, de telle sorte que la surface du versant présentera une concavité plus ou moins sensible.

On a supposé jusqu'ici que que le vent agissait dans une direction horizontale; mais il est parfois plongeant, et son action est dans ce cas d'autant moins efficace que le courant d'air s'incline davantage avec l'horizon.

Reprenons la formule générale :

$$F\cos(\alpha+i) = P\sin i + \varphi \{F\sin(\alpha+i) + P\cos i\},$$

on en déduit :

$$\tang i = \frac{F(\cos\alpha - \varphi\sin\alpha) - \varphi P}{P + F(\sin\alpha + \varphi\cos\alpha)}$$

Pour simplifier les calculs, donnons à α une valeur extrême, 33° par exemple, angle dont les lignes trigonométriques sont faciles à établir.

On a dans ce cas :

$$\sin\alpha = \frac{1}{2} \text{ et } \cos\alpha = \frac{1}{2}\sqrt{3} = 0{,}865.$$

Si l'on suppose en outre que le vent souffle avec une vitesse de 20 mètres par seconde sur le grain de sable pris d'abord pour exemple et dont le diamètre moyen est de 2 millimètres, l'on a comme précédemment :

$$F = 33^{\text{millig.}},3 \quad P = 11^{\text{millig.}}, \quad \text{et } \varphi = 0{,}7.$$

Il vient pour tang i une valeur de $\frac{9{,}45}{48{,}27}$, laquelle correspond à un angle de 11 à 12°.

Voici donc qu'avec une pareille inclinaison de vent, nous trouvons que les plus impétueuses bourrasques ne pourront faire remonter les grains de sable sur un plan dont la pente dépasserait 12°. Si nous réduisions la vitesse de l'air à celle de 12 mètres par seconde, vitesse déjà forte et bien supérieure à la moyenne, nous trouverions qu'un pareil vent ne pourrait déplacer le sable sur un plan horizontal.

La formule précédente donnera pour chaque vitesse du vent l'inclinaison limite au delà de laquelle il ne pourrait faire mouvoir le sable sur un sol de niveau. Cette valeur de α se déduirait de l'équation :

$$F(\cos\alpha - \varphi\sin\alpha) - \varphi P = 0.$$

On voit que α est d'autant plus faible que le poids des grains de sable est plus fort ; mais il existe une autre limite au delà de laquelle les grains, quels que fussent leur poids et leur densité,

ne pourraient se déplacer sur le plan horizontal, et elle est donnée par la relation :

$$\cos\alpha - \varphi \sin\alpha = 0.$$

L'inclinaison de 33° que l'on a attribuée à la direction du vent est une supposition qui ne se réalise que dans de rares circonstances, dans le cas de tourbillons, par exemple ; mais il arrive maintes fois que le vent plonge avec une inclinaison de 12 à 20°.

Admettons comme nouvel exemple que α soit égal à 1/6 d'un angle droit, soit 16° 2/3, il vient :

$$\cos\alpha = 0{,}966 \quad \text{et} \ \sin\alpha = 0{,}26.$$

Appliquant ces données à la formule générale, l'on trouve que les valeurs de i, correspondantes à des vitesses du vent de 12 et de 20 mètres par seconde, seront de 4° 25′ et de 23° 30′ ; tandis que si le vent soufflait dans une direction horizontale, les mêmes valeurs seraient de 12° 30′ et de 36° 30′.

Il serait facile de multiplier les exemples, mais ceux que l'on a cités suffisent pour rendre bien compte des circonstances de relief que présentent les versants des dunes du côté de la mer.

Ainsi, lorque l'on observe un grand nombre de ces surfaces, l'on voit que la partie inférieure couverte de grains de sable de 2 millimètres de diamètre en moyenne est disposée suivant des pentes de 6 à 12°, tandis que la partie supérieure, composée de sables plus fins, présente des inclinaisons de 15 à 20°. Il arrive même que l'on rencontre des pentes plus fortes, mais elles ne sont qu'accidentelles, et les cimes composées de matières meubles et légères s'écroulent bientôt sous l'action de violents orages.

Ces diverses pentes se raccordent par des courbes, dont la concavité, variable, est toujours cependant peu prononcée.

On se rend encore bien compte du peu d'effet que produisent des vents très-impétueux, mais de direction plongeante, et l'on s'explique ainsi la faible déclivité des versants montueux de certaines dunes qui se sont formées brusquement sous l'influence d'un impétueux orage.

C'est surtout dans l'intérieur des dunes que se font sentir les vents plongeants; ils se précipitent du haut des cimes et s'engouffrent à travers les ouvertures laissées libres avec une véritable furie. Il arrive alors qu'ils s'attaquent à des talus dont l'inclinaison est tournée dans le même sens que la leur, et qu'ils prennent pour ainsi dire en écharpe. Le bouleversement est général; les cimes s'écroulent de toutes parts et le sable soulevé en masses tourbillonne en tous sens. Surpris par la bourrasque au milieu de ces solitudes, le voyageur se trouve subitement enveloppé dans une atmosphère de sable; il demeure immobile, ne sachant de quel côté diriger ses pas, et lorsque le calme revient, la scène qui l'entoure a tout à fait changé d'aspect.

De pareils orages sont l'un des épisodes les plus curieux d'une excursion dans les dunes. Ils donnent une idée des terribles tempêtes de sable qui, dans les déserts embrasés de l'Arabie, ensevelissent des caravanes entières, et qui ont même détruit de nombreuses armées.

La mobilité des dunes est un de leurs caractères essentiels, et elle les rend un fléau pour les populations voisines. Incessamment poussées par les vents régnants vers l'intérieur des terres, elles ont recouvert une étendue de terrain considé-

rable, arrêté les eaux pluviales qui se sont concentrées en étangs et marécages, et enseveli plusieurs villages dont les noms sont mentionnés dans des titres du moyen âge.

On citera comme exemple l'ancien village de Soulac, situé près de la pointe de Grave. Les dunes l'envahirent au X[e] siècle et continuant leur marche, elles ont pénétré jusqu'à 3.500 mètres au delà dans les terres. En même temps l'action des vagues corrodait incessamment cette partie du littoral et l'église du village, curieux morceau d'architecture romane, se dégageant des sables sous lesquels elle était enfouie, a reparu dans ces derniers temps entre le rivage et la chaîne.

Dans son Discours sur les révolutions du globe, Cuvier rapporte que plusieurs villages du département des Landes sont menacés de destruction par la marche des dunes. L'un d'eux, le village de Mimizan, a lutté pendant plusieurs années contre l'invasion. Une vaste dune en forme de fer à cheval s'approchait en quelque sorte à vue d'œil, et elle était sur le point d'atteindre l'église, dont elle n'était pas distante de plus de 2 mètres. Des semis bien préparés fixèrent enfin cette dune, et elle est aujourd'hui couverte d'une belle forêt de pins.

Cette intervention de la végétation est le seul obstacle efficace qui puisse être opposé au mouvement des dunes. M. Brémontier, ancien ingénieur en chef de la province de Guyenne, est le premier qui ait fait connaître de bons procédés de fixation, et les beaux résultats de ses travaux lui ont mérité le titre de bienfaiteur de cette contrée (1).

---

(1) L'administration des ponts et chaussées exécute

Dans les nombreuses excursions qu'il avait faites au travers des dunes, M. Brémontier avait recueilli beaucoup de faits, et il essaya de déterminer quels étaient le volume, l'âge et la vitesse de marche de la chaîne.

Il avait constaté que l'une des grandes dunes de la Teste s'était, en huit années, de 1787 à 1795, avancée de 180 mètres vers l'Est; ce qui donnait

---

chaque année des travaux pour fixer les dunes, mais les opérations ne marchent qu'avec lenteur, et il serait à désirer qu'une allocation plus forte fût affectée à cette entreprise.

Les procédés de fixation ont été l'objet de plusieurs mémoires insérés dans les Annales des ponts et chaussées.

Au moyen de palissades, de piquets ou simplement de branches de pin, l'on commence par mettre la dune à l'abri des sables que les vents pourraient entraîner sur sa surface, puis on l'ensemence en y traçant de petits sillons parallèles au littoral, dans lesquels on dépose des graines de pin, de genêt et de gourbet.

Après que le râteau a été promené sur les sillons de manière à recouvrir les graines, il ne reste plus qu'à conserver au sol assez de fraîcheur et de repos pour que la germination puisse s'établir.

On y parvient, soit, comme le faisait M. Brémontier, en couvrant le semis de branches d'arbre posées à plat sur le sol, les unes sur les autres et perpendiculairement au littoral; soit, comme l'a proposé M. Goury, en plantant verticalement dans le sable et en quinconce, suivant deux lignes, l'une parallèle, l'autre perpendiculaire au littoral, des aigrettes ou petites touffes de bois mort.

Les rameaux et les aigrettes procurent de l'ombre aux jeunes plants et s'opposent au mouvement du sable. Leur durée est assez longue pour que les graines de genêt et de gourbet sortent de terre et que leurs pousses prennent une étendue qui leur permette de protéger la germination des graines de pin, plus lente que la leur.

une marche moyenne et annuelle de 22m,50. Il concluait en outre, d'un grand nombre d'observations, que la quantité de sable dont la chaîne s'accroissait pendant le même intervalle était de 5.120.000 mètres cubes.

Partant de ces données, que la longueur de la chaîne est de 240.000 mètres, la largeur moyenne de 5.000 mètres et la hauteur moyenne de 18 mètres, il concluait que le volume total des sables était de 21.600.000 mètres cubes.

L'âge des dunes ne serait plus dès lors que le rapport de ce volume total au volume d'accroissement annuel, et l'on arriverait au chiffre de 4.218 ans.

Ici se présente une objection essentielle; c'est que l'on ne saurait concilier ce résultat avec le nombre indiqué comme représentant la vitesse de la marche des dunes vers l'intérieur des terres, que M. Brémontier avait réduite à 20 mètres. Le produit des deux nombres, soit environ 85.000 mètres, devrait être en effet la largeur de l'espace occupé par la chaîne des dunes, tandis que la plus grande largeur n'excède pas 8.000 mètres.

La conclusion de Brémontier, d'après laquelle il ne faudrait à la chaîne mobile laissée libre que deux mille ans pour arriver jusqu'à Bordeaux, se trouve en même temps infirmée.

M. Laval, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, s'est livré à des recherches du même genre, et il en a consigné les résultats dans un intéressant mémoire inséré dans les Annales des Ponts-et-Chaussées, année 1847.

Afin d'arrêter la marche des sables incessamment rejetés par la mer, et pour en préserver les semis faits et à faire sur les plages de Contis et de

Mimizan, M. Laval entreprit de créer le long du littoral une dune factice au moyen d'une palissade en madriers. L'effet fut bientôt produit, et de 1824 à 1832 il se forma une dune littorale de $8^{m},02$ de hauteur, et dont la section transversale était de 175 mètres carrés.

Il suit que le volume des sables rejetés avait été par an, sur cette partie de la plage, de 25 mètres cubes en moyenne par mètre courant; soit, pour une longueur de 240 kilomètres, 6.000.000 de mètres cubes.

Ce résultat n'est pas éloigné du volume d'accroissement annuel indiqué par M. Brémontier, mais il paraîtrait que le chiffre de 20 mètres, donné par ce dernier comme expression de l'avancement annuel de la chaîne totale, serait fort exagéré.

Il peut en être ainsi pour certaines dunes isolées du littoral, ou qui offrent une prise toute spéciale à l'action du vent. M. Laval cite même un contrefort produit par la chute d'une cime, et qui pendant une tempête, sous l'influence d'un vent s'engouffrant par la brèche et soufflant avec une extrême violence, s'était en trois jours avancé de 30 mètres. Mais ce sont là des faits exceptionnels, et il résulterait, de nombreuses observations, que les dunes de hauteur moyenne situées dans le voisinage de la côte ne s'avancent pas de plus de 10 à 12 mètres par an.

La marche est beaucoup moins rapide pour les dunes éloignées du rivage et qui, plus élevées que les autres et abritées en quelque sorte contre le vent par les dunes qui les précèdent, jouissent alors même qu'elles ne sont recouvertes d'aucune végétation d'une fixité plus grande. D'après

M. Laval, leur avancement annuel ne dépasserait pas 5 mètres.

Cette différence dans la vitesse de marche de dunes situées dans une même section de la chaîne est en rapport avec la différence de volume, et si le volume est exactement dans une proportion inverse de la vitesse, les vallées longitudinales devront conserver la même largeur. Il y aurait au contraire empiétement des sables sur les vallées et diminution de leur largeur, si de la côte vers l'intérieur des terres la masse des dunes ne s'accroissait pas dans la même proportion que diminue la vitesse de leur marche.

Si l'on part du chiffre de 5 mètres comme exprimant l'avancement annuel de la chaîne, et que, comme l'a fait M. Brémontier, on lui donne l'âge de 4.200 ans, l'on trouve que les dunes devraient couvrir une largeur de 21.000 mètres, tandis que cette dimension n'est pas en moyenne de plus de 5.000 mètres.

La différence beaucoup moindre que celle qui résulte des calculs de M. Brémontier est encore considérable, et M. Laval remarque avec raison qu'on a vainement essayé de l'expliquer par l'hypothèse de corrosions successives de la côte. Sans doute l'Océan a empiété sur certaines parties du littoral du golfe de Gascogne. Ainsi le rocher de Cordouan se trouvait au moyen âge beaucoup plus éloigné du rivage qu'il ne l'est aujourd'hui. Dans ces derniers temps même, la mer a détruit une partie de la pointe de Grave, et si l'on veut empêcher qu'elle ne ronge et n'entraîne une grande partie du bas Médoc, et qu'une perturbation considérable ne soit apportée dans le lit de la Gironde, il est devenu nécessaire de protéger cette partie du rivage

par de grands travaux de consolidation; toutefois les témoignages historiques et le maintien de plusieurs ports ou villages maritimes sont là pour montrer que le fait ne s'est produit que sur une échelle comparativement restreinte.

Dans le cas où le chiffre de 5 mètres d'avancement annuel serait bien constant, il serait plus raisonnable d'admettre que les vents n'ont pas toujours entraîné vers la côte le même volume de sable. Au commencement de l'époque actuelle, en effet, les rivières dont le lit n'était pas encore bien fixé, et qui traversaient en général une série de lacs ne devaient charrier jusqu'à la mer qu'une quantité de détritus beaucoup moindre qu'elles ne le font de nos jours, et il a fallu de plus un long intervalle pour que la corrosion des côtes de la Saintonge et la trituration opérée par les vagues donnassent cette masse de sables que les courants transportent sur le rivage du golfe (1).

Ainsi donc l'accroissement annuel n'aurait pas été constant, et l'on ne pourrait plus déduire l'âge des dunes en prenant le rapport du volume total de sable renfermé dans la chaîne au volume que la mer rejette chaque année dans les circonstances actuelles.

Cet âge devrait, dans tous les cas, être plus considérable que ne l'indique M. Brémontier.

Cette conclusion s'accorde avec un fait essentiel qu'aucun observateur n'a signalé encore, et qui constitue l'un des principaux phénomènes propres à la chaîne des dunes.

---

(1) Au moment où commence le reflux, il se produit le long de ce rivage un courant rapide qui se dirige vers le Sud.

Il est bien constaté qu'il existe d'anciennes dunes jadis fixées par la main des hommes. M. Brémontier est explicite à cet égard, et il cite l'une des grandes forêts de la Teste comme recouvrant des collines de même nature que les dunes mobiles, et qui ont été rendues stables par des moyens inconnus et à une époque indéterminée.

M. Laval mentionne comme autre exemple l'immense forêt de pins de Biscarosse, qui recouvre de vastes dunes identiques par la disposition et la nature du sol avec celles qui se forment aujourd'hui. Or, pour quiconque connaît la mobilité des sables des dunes, il est clair que cette forêt de Biscarosse n'a pu surgir qu'au moyen de semis protégés d'une manière spéciale contre l'action du vent.

Quelques parties de la chaîne se trouvent ainsi, depuis de longues années, immobilisées par la végétation qui les recouvre, et elles ont opposé un obstacle énergique à l'avancement des dunes nouvelles.

Elles ont toutefois été franchies en plusieurs points, et dans la forêt de Biscarosse, par exemple, les dunes mobiles n'ont pas seulement comblé plusieurs vallons, mais se portant encore au-dessus des anciennes dunes, elles ont enfoui, de la base au sommet, un grand nombre de pins, et se sont élevées de plusieurs mètres au-dessus de la tête des plus vieux arbres, qui se trouvaient eux-mêmes situés sur les cimes les plus hautes (1).

Il était intéressant de rechercher à quelle époque avait eu lieu cette première fixation.

---

(1) C'est dans cette partie de la chaîne que se trouvent des cimes de dunes de 100 mètres de hauteur.

M. Laval a fait dans ce but exécuter le profil des dunes mobiles qui se trouvent entre la forêt de Biscarosse et la mer, et de ces données il a conclu que leur origne remontait au Ve siècle de l'ère chrétienne. Ce serait à cette époque qu'aurait commencé la décadence de cette contrée, beaucoup plus florissante et plus peuplée sous la domination romaine qu'elle ne l'est de nos jours. Envahis par les Barbares, et ne jouissant d'aucune sécurité ni sur terre ni sur mer, les habitants se seraient dispersés, et non-seulement ils auraient abandonné toute entreprise ultérieure de fixation, mais encore la tradition des procédés se serait elle-même perdue.

Voici donc, dans l'ordre historique, deux systèmes de dunes bien distincts; mais il existe aussi un autre système plus ancien et qui se différencie des autres sous le rapport géologique.

Maintes fois en parcourant les bords du bassin d'Arcachon, entre Arès et la Teste, et la rive droite de la Leyre, aux environs de Mios, j'avais été frappé de l'existence de petites éminences de sable, de 5 à 6 mètres de hauteur, et disséminées irrégulièrement au milieu de plaines basses.

La plupart de ces monticules présentent cette circonstance singulière, c'est qu'au-dessous de quelques sables superficiels se trouve une épaisseur variable de sables colorés en rouge par la présence de l'oxyde de fer. La couleur n'est pas en général très-foncée; elle est plus prononcée dans le voisinage de la surface, et on la voit bientôt disparaître par nuances insensibles. Les sables ne sont en outre que légèrement agglutinés, et l'intervention de l'oxyde de fer n'a donné lieu qu'à un grès très-friable.

Ces sables ferrugineux forment une espèce de calotte autour de ces monticules, et on les voit se prolonger sous le sol de la plaine.

Ici nous retrouvons la grande formation ferrifère caractéristique du terrain des landes. Elle est ordinairement recouverte par une faible épaisseur de sables superficiels, mais on la voit en plusieurs points apparaître directement au jour, comme par exemple sur les plages de la mer ou du bassin d'Arcachon exposées à l'action du reflux. Elle consiste le plus souvent en un grès de couleur rouge et de ténacité variable, suivant le plus ou moins d'énergie de l'agglutination. Lorsque la ténacité est grande, la roche constitue un grès solide, que l'on utilise dans le pays comme pierre de construction, et dont on a même fait des pavés pour la confection des routes. Ce grès est en outre posé sous les sables comme une plaque imperméable qui s'oppose au développement de la végétation ainsi qu'à l'écoulement des eaux, et telle est l'une des principales causes de la stérilité et de l'insalubrité de la contrée.

Le grès ferrugineux des landes est souvent traversé par des veines d'oxyde, et cette dernière substance, en se concentrant, a donné lieu à de nombreux gisements d'un véritable minerai de fer.

Tantôt ce minerai est en roche, et il est alors composé de veines entrelacées dans tous les sens, ou bien encore divergeant en tous sens de nœuds compactes. La roche est criblée de nombreux interstices qu'ont remplies postérieurement des sables argileux plus ou moins rougeâtres.

Tantôt la roche est en grains de forme irrégulière, et libres ou plus ou moins adhérents les

uns aux autres. La couleur est brune, la cassure concboïde et luisante, et il arrive que des couches de richesse variable sont assemblées concentriquement autour d'un petit noyau ligneux ou d'argile. L'on rencontre fréquemment, au milieu de ces grains, des glands munis de leur capsule et de leur queue, ainsi que de fragments de bois et d'écorce qui sont passés à l'état de minerai, et dans une minière de Pissos l'on a trouvé une pomme de pin complétement pétrifiée.

Le minerai de fer des landes se rencontre surtout dans des parties déprimées du sol, et c'est cette circonstance qui a donné lieu à ces accumulations de matières ferrugineuses.

La présence de l'oxyde de fer se manifeste encore à la partie supérieure des grands dépôts d'argile de la contrée, et il les a plus ou moins colorés en rouge dans le voisinage du sol; mais cette coloration cesse en général à une faible profondeur, et il arrive même que certaines argiles inférieures sont tout à fait exemptes d'oxyde de fer.

La grande formation ferrifère que l'on vient de décrire ne se manifeste pas seulement dans les grandes landes qui s'étendent de Bordeaux à Bayonne; elle se retrouve sur l'autre rive de la Dordogne et jusque dans les plaines du Périgord, toujours dans les mêmes conditions de gisement et sous une faible épaisseur de détritus superficiels.

Cette constance de position et cette présence sur une si grande étendue de terrain ne peuvent s'expliquer que par l'intervention d'une grande et dernière masse d'eaux diluviennes, qui aurait couvert la contrée lorsqu'elle avait déjà son relief actuel. Ces eaux étaient chargées d'une quantité considérable de matières ferrugineuses dont il est

difficile de préciser l'origine (1), et qui se serait déposée sur de grandes étendues, mais il n'y a eu d'accumulation que dans les dépressions où elles ont constitué des grès très-ferrugineux ou même des minerais de fer, tandis que sur la partie du

(1) M. Daubrée a publié, dans les Annales des mines de 1846, tome X, des recherches fort intéressantes sur la formation des minerais de fer des lacs et des marais.

M. Daubrée insiste sur ce fait essentiel que le peroxyde de fer disséminé dans des terrains superficiels et peu cohérents, où se trouvent des matières végétales, est susceptible d'être dissous par les eaux pluviales sous l'influence de certains produits qui résultent de la décomposition des végétaux. Le peroxyde serait d'abord réduit à l'état de protoxyde, et ce dernier donnerait, en se combinant avec les acides carbonique et crénique, des sels solubles qu'entraîneraient les eaux des sources. Si le courant est rapide, le transport aura lieu jusqu'à de grandes distances, et M. Daubrée pense que dans la vallée du Rhin, la plus grande partie de ces matières ferrugineuses descend jusqu'aux plaines basses de la Hollande. Si les sources aboutissent au contraire à des ruisseaux de faible pente ou à des marécages, le fer s'y suroxyde, l'acide carbonique se dégage peu à peu et il se forme un précipité qui se compose principalement de protoxyde et de peroxyde de fer combiné avec de l'acide crénique et de l'eau. Tant qu'il n'y a pas eu dessiccation, il reste en outre une certaine quantité d'acide carbonique. Dans le cas d'un séjour prolongé dans les marais, il arrive en outre qu'il se dépose des carapaces ocreuses d'infusoires et que de l'acide phosphorique provenant de mollusques et coquilles diverses s'unit à l'oxyde de fer.

Telle serait l'origine d'un grand nombre de dépôts de minerai de fer que l'on observe dans diverses contrées basses et marécageuses de l'Europe.

Il existe de pareils gisements dans les plaines des landes

sol en relief la précipitation n'a eu lieu qu'en faible abondance.

Tel est le cas des monticules mentionnés tout à l'heure, et, tandis qu'à leur pied s'est formé un grès ferrugineux très-rouge et tenace, ils ne sont à leur cime que faiblement colorés, et les sables y sont restés tout à fait friables.

---

de la Gascogne, et M. Guilland, capitaine d'artillerie, présenta il y a quelques années à l'Académie de Bordeaux un mémoire dans lequel sont rapportées de nombreuses observations relatives à la formation contemporaine du minerai de fer, et même à sa reproduction dans d'anciennes minières abandonnées. Il n'est pas rare en outre de rencontrer dans les sables ferrugineux du grand terrain de transport qui s'est répandu sur cette contrée, le phénomène de l'enlèvement de toute trace d'oxyde à 2 ou 3 centimètres de distance de racines pourries et l'explication de M. Kindler qui attribue ce phénomène à l'action d'acides végétaux est tout à fait admissible. Les produits de cette précipitation n'ont toutefois encore que peu d'étendue dans les landes de Gascogne, et, de même que les gîtes qui ont été l'objet des ingénieuses recherches de M. Daubrée, ils ont été formés aux dépens de dépôts plus anciens. Ainsi M. Daubrée admet que les sources ferrugineuses de l'Alsace s'échappent d'une argile ocreuse appartenant au terrain tertiaire supérieur, ou qui même a été ultérieurement remaniée. De même dans la Gironde, les sources dont les eaux laissent précipiter le minerai proviennent de sables ou de grès friables, où l'oxyde de fer s'est accumulé à l'époque du dernier cataclysme diluvien. Dans l'un et l'autre cas, l'origine de cette substance est encore incertaine et il est probable que son dépôt s'est opéré dans des circonstances tout à fait analogues à celles qui ont déterminé la production des gisements considérables que l'on rencontre intercalés au milieu des couches des périodes tertiaires et du Jura.

On ne saurait ainsi mettre en doute que les monticules ne soient d'existence antérieure à celle du dépôt de la formation ferrugineuse. Or ils ne sont eux-mèmes que de petites dunes de même nature et de même origine que les dunes actuelles; de telle sorte que nous nous trouvons en présence d'un système de dunes antérieures à l'époque géologique qui a vu se produire les roches ferrifères des landes.

Ces dunes anciennes ont dû se former en beaucoup de points, et, dans le département de la Gironde, je ne les ai pas seulement rencontrées sur les bords de la Leyre, je les ai retrouvées en outre sur le rivage de la mer, à deux lieues au Sud de la passe des bancs d'Arcachon.

Dans cette localité, le grès ferrugineux affleure à la surface d'une plage basse que le reflux met à découvert. Le même grès existe de l'autre côté de la chaîne, sur les bords de l'étang de Cazau, et l'on ne saurait douter qu'il ne se prolonge d'une manière continue dans tout l'espace intermédiaire. L'on y observe en outre, sur le rivage, de vieilles souches et des débris de troncs de pins qui sont encore en place; de sorte que le sol a dû être couvert en ce lieu d'une végétation, par-dessus laquelle la chaîne aura passé tout entière, comme le fait a eu lieu pour l'église de l'ancien village de Soulac.

Ce grès ferrugineux de la plage est dominé par les dunes du littoral que l'action des vagues corrode incessamment, et dont elle a mis la structure intérieure bien en évidence. L'on voit ainsi qu'à 3 ou 4 mètres au-dessus du sol se trouve un sable gris-noirâtre semblable à celui des landes à bruyère, quoique moins chargé de terreau végétal. Au-dessous, le sable est légèrement coloré

en rouge, mais bientôt la coloration cesse et le sable reste blanc jusqu'à la base.

Cette espèce de ruban de sable ferrugineux se maintient sur plus de 3.000 mètres de longueur. On le voit en outre, de temps en temps, s'incliner et descendre au niveau de la plage, où il se relie au grès solide.

On se retrouve donc de nouveau devant une ligne de dunes antérieures au dépôt de la formation ferrifère. Mais sur ce point du littoral le phénomène est surtout remarquable, parce que l'on voit en place les sables végétaux superficiels, et que de nouvelles dunes de la période actuelle sont venues ultérieurement s'implanter sur les anciennes.

S'il est donc une conclusion qui reste bien acquise, c'est que les dunes de Gascogne présentent deux systèmes bien distincts, l'un antérieur, l'autre postérieur au dernier cataclysme diluvien. Le premier système se montre sur les bords des cours d'eau qui sillonnent les plaines des Landes, et on le retrouve à la base de la grande chaîne. Il n'a dû commencer à se produire que lorsque la terre était arrivée à sa période de repos actuel, et, s'il est vrai de dire qu'au commencement de cette période la mer ne rejetait pas autant de sable qu'elle le fait de nos jours, c'est à ces anciennes dunes que l'observation serait relative.

L'accroissement du nouveau système se serait, au contraire, fait d'une manière sensiblement constante. Sa masse est incomparablement plus grande que celle de l'ancien, et le chiffre indiqué par M. Brémontier comme représentant le volume total des dunes du littoral lui est presque entièrement applicable. Mais ne voit-on pas dès lors que

l'âge du nouveau système serait approximativement de 4.200 ans; et n'est-on pas frappé de la coïncidence qui existe entre cette époque du cataclysme diluvien, sous l'influence duquel se sont produits les dépôts ferrugineux des Landes et la date du grand déluge de la Bible? L'on aurait de la sorte une démonstration scientifique de cette catastrophe dont les traditions des peuples ont gardé le terrible souvenir.

NOTICE

Sur le gisement du bitume, du lignite et du sel dans le terrain tertiaire des environs de Bechelbronn et de Lobsann (Bas-Rhin);

Par M. A. DAUBRÉE, ingénieur des mines.

Particularités que présente le terrain tertiaire de Soultz-sous-Forêts.

Les couches tertiaires des environs de Soultz-sous-Forêts présentent, dans un rayon de quelques kilomètres seulement, plusieurs particularités dignes d'intérêt. Ces couches contiennent des gîtes bitumineux, sur lesquels sont établies les mines de Bechelbronn et de Lobsann, et que l'on a aussi exploités à Soultz-sous-Forêts; en outre, le même terrain renferme du lignite, de l'eau salée et des amas de minerai de fer. Les couches tertiaires dont il s'agit sont immédiatement juxtaposées au chaînon de grès des Vosges qui s'étend de Wissembourg au Liebfrauenberg, le long d'une sorte de falaise rectiligne et escarpée qui doit son origine à une ligne de failles.

Il a déjà été publié sur le terrain tertiaire des environs de Bechelbronn et de Lobsann plusieurs observations, parmi lesquelles on doit citer celles de M. Calmelet (1), celles de M. de Laizer (2), et surtout celles de M. Voltz (3), dont l'attention

(1) Description de la mine de lignite de Lobsann. Journal des Mines, 1815, t. 32, p. 369.

(2) Leonhards Taschenbuch fur Mineralogie, 1822, t. 16, p. 612.

(3) Leonhards Taschenbuch, 1825, t. 21, p. 355, et

s'est portée sur tout ce qui concernait la géologie de l'Alsace. Cependant aucune de ces notices ne donne une idée assez précise du gisement du bitume et du lignite; l'origine de l'eau salée n'y est pas discutée : quant aux amas de fer renfermés dans le même terrain, ils sont passés sous silence; ce qui s'explique, parce qu'ils sont presque entièrement cachés à l'observateur par le diluvium qui les recouvre, aussi bien que le terrain tertiaire voisin.

En examinant les caractères des dépôts subordonnés au terrain tertiaire, dans la localité restreinte dont il s'agit, j'insisterai particulièrement sur le gisement du bitume, parce que l'origine de cette substance n'est pas encore bien connue.

Couches de Bechelbronn. — Leur prolongement à Soultz-sous-Forêts et à Schwabwiller.

Composition de l'ensemble des couches de Bechelbronn.

Les couches dans lesquelles sont ouvertes les mines de Bechelbronn sont principalement formées de marnes grises ou verdâtres, quelquefois sableuses, auxquelles sont subordonnées des lits de sable : le sable qui est rarement exempt d'argile est souvent agglutiné par un ciment calcaire sous forme d'un grès assez cohérent; accidentellement ce grès passe au poudingue. Les marnes sont quelquefois plastiques, lorsqu'elles ne contiennent que peu de carbonate de chaux; le plus souvent elles sont schisteuses et micacées; au moment où elles viennent d'être extraites, elles exhalent fréquemment une odeur qui a quelque ressemblance avec celle de la térébenthine. Certaines couches marneuses d'un rouge-brun vif rap-

Topographie des deux départements du Rhin, 1828, p. 32 et 62.

pellent, par leur coloration, les marnes du keuper.

Le sable bitumineux, objet de l'exploitation, qui consiste en sable mélangé de bitume, forme au milieu des sables et des grès stériles, des amas aplatis parallèlement à la stratification. Ces amas stratiformes sont fort allongés par rapport à leur largeur, de sorte que, considérés en projection horizontale, ils présentent la forme de longs boyaux (*fig.* 1, *Pl. IV*).

Le sable et le grès bitumineux, qui font l'objet de l'exploitation, sont en amas stratiformes.

L'épaisseur des amas bitumineux varie ordinairement de $0^{m},80$ à 2 mètres, et s'élève tout à fait exceptionnellement jusqu'à 4 mètres; vers les bords leur épaisseur diminue jusqu'à s'annuler complétement, de sorte que la section transversale d'un de ces amas est lenticulaire. Il en est qui ont été suivis sur une longueur de 800 mètres, avec une largeur moyenne de 30 mètres, qui accidentellement s'élevait jusqu'à 60 mètres. Pour abréger, nous donnerons à ces amas stratiformes le nom de *veines*, qui convient d'ailleurs mieux à leur forme allongée que celui de couches, ainsi que les désignent les mineurs.

Forme et dimensions de ces amas bitumineux.

Au lieu de se terminer tout à fait, une veine se réduit souvent à un lit mince de sable peu riche en bitume; cette traînée de sable forme comme une trace qui poursuivie fait quelquefois découvrir au mineur d'autres veines situées au même niveau.

Dans les travaux de Bechelbronn, les couches abstraction faite de faibles ondulations, se dirigent Nord 33° Est à Sud 33° Ouest; elles plongent vers Est 33° Sud, de $0^{m},043$ par mètre, c'est-à-dire de 2° 27'. Cette direction est parallèle à celle d'une partie des failles qui limitent le grès des Vosges dans le voisinage.

Direction de la stratification et des veines bitumineuses.

Un coup d'œil jeté sur la *figure* 1 montre la

disposition des différentes veines bitumineuses; elles s'étendent longitudinalement suivant une direction assez prononcée qui varie entre Nord 22° à 58° Est — Sud 22° à 58° Ouest, c'est-à-dire que ces veines sont moyennement allongées parallèlement à la stratification du terrain.

Nature du minerai bitumineux.

Le bitume de Bechelbronn est visqueux et d'un brun foncé : le bitume vierge, qui est apporté par l'eau d'une source située près de la fabrique, est plus fluide que celui que l'on extrait du sable par l'ébullition; son odeur est aromatique. D'après M. Boussingault, qui a fait connaître la composition et les caractères chimiques de ces bitumes(1), il ne contient pas de naphte; en raison de sa fluidité, le bitume de Bechelbronn est quelquefois aussi désigné par le nom de *pétrole*.

Le sable contient rarement au delà de 4 p. 0/0 de bitume; sa teneur moyenne ne dépasse pas 2 p. 0/0.

Argile qui y est mélangée.

De l'argile est ordinairement mélangée au sable bitumineux, soit sous forme de petits fragments irréguliers, soit en lits parallèles à la stratification. Cette argile est un obstacle à l'extraction du bitume qu'elle retient avec force.

Pyrite de fer.

La pyrite de fer, que l'on rencontre dans les différentes couches du terrain, est surtout abondante dans les veines bitumineuses, et à proximité des débris de végétaux que contiennent ces veines. Lorsqu'elle y est en particules invisibles à l'œil nu, ainsi qu'il arrive ordinairement, la pyrite se reconnaît sur les haldes par l'apparition de beau-

(1) Annales des mines, 3[e] série, t. XI, p. 448, et t. XIX, p. 609. — Annales de chimie et de physique, t. LXXIII, p. 442.

coup d'efflorescences blanches et terreuses de gypse, qui se produisent au bout de quelques semaines par l'action de l'air sur le sulfure de fer. La pyrite se trouve aussi en rognons et en plaquettes; quelquefois elle forme des tubes creux de plusieurs décimètres de longueur, parce qu'elle s'est incrustée autour d'un morceau de bois qui a disparu par la décomposition. A Bechelbronn, comme dans la plupart des terrains, on reconnaît donc clairement l'influence que la matière végétale ou réductrice a exercée sur la fixation de la pyrite.

Les eaux qui découlent des tailles d'exploitation charrient une grande quantité de bitume, ainsi qu'on peut le voir dans les travaux qui dépendent du puits Salomé. Il serait donc possible que les eaux souterraines eussent opéré un déplacement notable du bitume, depuis que cette dernière substance est enfouie dans le terrain.

A part la présence du bitume, le grès bitumineux ne diffère en rien du grès stérile.

Les sables lavés ressemblent tout à fait par leur composition au grès stérile qui se rencontre dans les mêmes couches.

Des indices de végétaux sont disséminés dans le terrain, particulièrement dans le grès à grain grossier, où il se rencontre de nombreuses tiges, et dans de petites couches de marne noirâtre; mais ces débris sont généralement peu reconnaissables. En outre, des lits très-minces de lignite alternent avec le sable bitumineux, et l'on peut quelquefois compter une dizaine de ces plaquettes de lignite dans un décimètre d'épaisseur. C'est à la limite du sable bitumineux avec le terrain stérile que les feuillets de lignite sont surtout nombreux; aussi présagent-ils au mineur le terme de la veine exploitable.

Empreintes de végétaux et lits minces de lignite.

Débris de coquilles terrestres ou d'eau douce.

Les seuls vestiges d'animaux, qui jusqu'à présent aient été rencontrés à Bechelbronn, sont des coquilles qui se trouvent précisément au milieu des empreintes de tiges végétales. Ces coquilles sont friables, déformées, et dans un si mauvais état de conservation qu'elles sont difficilement reconnaissables. Elles paraissent appartenir aux genres bulime, cyclostome, hélice, lymnée, maillot (1).

Quoique ces coquilles soient d'origine terrestre ou d'eau douce, leur présence ne suffit pas pour que l'on puisse conclure avec certitude, que les couches dont elles font partie ne sont pas marines; car elles peuvent avoir été charriées des côtes voisines, avec les vestiges fragmentaires de bois qui les accompagnent : ce fait est d'autant plus possible que l'on rencontre ces débris au milieu de sables grossiers.

Les couches de Bechelbronn sont connues, par les différents travaux qui y ont été ouverts sur 110 mètres d'épaisseur (2), sans qu'on en ait encore atteint la limite inférieure.

Épaisseur du terrain exploré.

Les veines bitumineuses exploitables dont on a conservé le souvenir, occupent dans ce terrain différents niveaux qui sont compris dans une épaisseur totale de 80 mètres. La *fig.* 2, *Pl. IV*, montre la disposition des veines qui ont été rencontrées pendant ces quinze dernières années.

Du gaz inflammable s'exhale abondamment du sable bitumineux.

Certaines veines de sable, particulièrement celles qui sont riches en bitume, exhalent de l'hy-

---

(1) C'est sur les haldes du puits Salomé et du puits Joseph que j'ai trouvé le plus de ces coquilles.

(2) Depuis l'orifice du puits Madeleine jusqu'au fond du puits Joseph.

drogène proto-carboné avec une abondance telle qu'il s'est produit à plusieurs reprises des inflammations dans les travaux. Une détonation de cette nature, survenue le 16 juin 1845 dans la veine Madeleine, et plus violente que toutes celles qui ont eu lieu depuis un siècle, a causé la mort à cinq mineurs. On évite le retour de pareils accidents en ne pénétrant plus dans les travaux qu'avec la lampe de Davy, et en suspendant l'exploitation pendant l'été, époque à laquelle l'aérage est peu actif.

Violence de ce dégagement dans quelques cas.

On a pu juger de la violence avec laquelle l'hydrogène carboné se dégage quelquefois des couches de Bechelbronn, lorsqu'on a foncé le puits Joseph, au mois d'avril 1849. A une profondeur de $19^m,50$, on rencontra un premier dégagement très-fort de grisou, qui néanmoins n'arrêta pas le travail : ce dégagement résultait de ce que l'on se trouvait sur le toit d'une couche de sable bitumineux de $0^m,50$ d'épaisseur, dont l'existence était inconnue. Quand on arriva à la profondeur de 32 mètres, le gaz s'échappa du fond du puits plus violent que jamais, avec accompagnement d'une veine d'eau d'un volume de 13 litres par minute, qui était projetée à 2 mètres en distance horizontale. Le jaillissement du gaz faisait alors entendre un bruit que les mineurs ne peuvent mieux comparer, pour l'acuité et la force, qu'aux cris de plusieurs porcs qui sont sous le couteau du boucher : ce bruit était tel qu'il couvrait totalement la voix des ouvriers. Le sol argileux, par les interstices duquel s'échappait le grisou, quoique ayant un mètre d'épaisseur, bouillonna pendant deux jours, comme la surface d'une chaudière de raffinage de pétrole en pleine ébullition.

En présence d'un tel dégagement de gaz, et

malgré la légèreté spécifique de l'hydrogène proto-carboné qui faisait s'élever ce gaz de lui-même dans le puits, le tissu métallique de la lampe de Davy devenait immédiatement incandescent ; il fut donc impossible aux mineurs de pousser le foncement du puits, tant que la roche ne fut pas éventée sur ce point. La couche qui provoquait le dégagement de gaz dont il vient d'être question, n'avait que $0^m,16$ d'épaisseur ; son odeur aromatique très-pénétrante rappelait celle du bitume de Schwabwiller, d'où il se dégage aussi de l'hydrogène carboné en abondance.

Analogie avec d'autres contrées.

On sait que, dans beaucoup d'autres localités, du gaz inflammable se dégage aussi des gîtes de pétrole et de bitume. Telle est l'origine des feux naturels si connus dans les Apennins, à la Pietra-Mala, aux environs de Modène, à Velleia dans le Placentin : ces dégagements de gaz sont à proximité de pétrole ou de bitume et d'eau salée. Près des sources bitumineuses des Karpathes, comme dans les vastes gîtes de bitume de Condessi en Albanie, en Crimée, dans le Kourdistan, sur les bords de la mer Caspienne, du gaz inflammable est exhalé du sol à peu près dans les mêmes conditions qu'en Toscane et en Alsace. Mais le gaz inflammable ne consiste pas partout en hydrogène proto-carboné ; dans les contrées où le bitume est plus ou moins mélangé de naphte, il se dégage aussi de l'hydrogène bicarboné. Ainsi le gaz recueilli à l'un des petits volcans boueux de la presqu'île de Taman, en Crimée, contient, d'après l'analyse de M. Gœbel (1), sur 100 parties : 79 d'hydrogène

(1) Fr. Gœbel. Reise in die steppen des Südlichen Rüsslands, II, 138.

bi-carboné, 13,7 seulement d'hydrogène proto-carboné, et en outre 5 d'oxyde de carbone. A Backou et dans l'île de Tscheleken, les mineurs qui creusent les puits dans lesquels doit suinter le naphte, sont quelquefois asphyxiés par l'hydrogène proto-carboné qui paraît mélangé de vapeur de naphte (1).

Exploitation et extraction du bitume.

Une source dont l'eau est chargée de bitume, et qui jaillit dans une prairie, près de l'habitation de Bechelbronn, a été l'origine de l'exploitation actuelle; c'est de l'ancien nom de Pechelbrunn (*source de Poix*) que dérive par corruption celui de Bechelbronn. On se bornait autrefois à recueillir le bitume qui surnageait dans le bassin de cette source. Wimpheling, qui écrivait en 1498, dit que depuis longtemps on se sert du bitume de Bechelbronn; dans le XVI[e] siècle, l'eau fournissait spontanément de l'huile minérale en si grande quantité que les paysans des environs s'en servaient pour alimenter leurs lampes et pour graisser leurs voitures (2). A 150 mètres de la source, un affleurement de sable bitumineux fut découvert en 1735, par un médecin grec nommé Eryn d'Erynnis, qui habitait les environs, et, en 1742, M. de la Sablonnière, qui avait déjà exploité des mines de cette nature dans le canton de Neufchâtel, ouvrit une exploitation souterraine, qui depuis lors n'a pas été interrompue.

Pour extraire le pétrole, on soumet le sable à l'action de l'eau, que l'on fait bouillir dans des chaudières en tôle; l'huile s'élève à la surface. On favorise la séparation du bitume et des matières

---

(1) Hess. Composition des feux sacrés de Backou. (Annales des mines, 3[e] série, t. XV, p. 559.) — Annales des mines de Russie, 1838, p. 158.

(2) Tabernæ montani Wasserschatz, 1584.

terreuses en agitant et triturant le sable sous l'eau. Le bitume ainsi écumé, celui surtout qui a été obtenu à la fin de l'opération, est mélangé d'argile; aussi est-il lavé dans l'eau bouillante. On achève de priver le bitume de l'eau qu'il retient avec force, en le chauffant dans des chaudières en fonte. Outre le bitume, l'extraction produit un mélange d'argile et de bitume, nommé *calphonium*, dont l'eau ne peut plus rien extraire, et que l'on n'est pas encore parvenu à utiliser convenablement.

Les mines de Bechelbronn produisent annuellement environ 800 à 900 quintaux métriques de bitume, dont on se sert, soit seul, soit mélangé à de la graisse, pour adoucir le frottement des machines, et en général pour tous les emplois des graisses animales. Le bitume a l'avantage de ne pas s'épaissir aussi facilement que ces dernières. Il peut servir aussi comme huile dans les lampes ordinaires sans donner d'odeur désagréable.

Gîte bitumineux de Soultz-sous-Forêts.

Une veine de sable bitumineux, semblable à celles de Bechelbronn, fut découverte en 1771 à Soultz-sous-Forêts, à 4 kilomètres au Sud-Est de la première localité. Ce gîte, situé à 17 mètres de profondeur, fut exploité par des travaux qui partaient de la rive droite de la Seltzbach et s'étendaient jusqu'à proximité de l'église. Une usine de douze chaudières, établie à Soultz pour traiter cette substance, produisait annuellement, vers 1792, jusqu'à 500 quintaux métriques de bitume. Une faille qui traverse la vallée coupa tout à fait la couche vers l'Ouest, tandis que le sable devenait très-pauvre vers l'Est, et la mine fut abandonnée. Les sondages faits depuis lors par M. Le Bel autour de Soultz-sous-Forêts n'ont abouti à aucun résultat.

Autres lieux où

A 200 mètres à l'Ouest d'Oberkutzenhausen, on

voit affleurer dans un ravin du grès bitumineux semblable à celui de Bechelbronn. Dans le vallon dit Kinderloch, entre Preuschdorf et Gunstett, il y a aussi des marnes et des grès identiques à ceux de Bechelbronn.

l'on trouve des couches semblables à celles de Bechelbronn.

Gîte bitumineux de Schwabwiller. Son exploitation par l'eau.

Des couches de marnes d'un gris-bleuâtre, semblables à celles de Bechelbronn, ont encore été rencontrées à Schwabwiller, village situé à 6 kilomètres au Sud-Est de Bechelbronn. Ces marnes sont souvent sableuses, et alternent avec des sables, qui sont quelquefois agglutinés par du carbonate de chaux.

Le bitume qui imprègne ici certaines couches de sable est beaucoup plus fluide que celui de Bechelbronn, et mérite tout à fait le nom de pétrole. La composition en a été donnée par M. Boussingault (1).

A la suite d'une série de sondages faits dans la localité dont il s'agit, de 1838 à 1840, on a atteint, à la profondeur de 22 mètres, une veine de sable bitumineux. De l'eau qui, en traversant cette couche, entraîne mécaniquement du pétrole, est aspirée hors d'un puits tubé en tôle au moyen d'une pompe; l'huile minérale se sépare ensuite d'elle-même comme étant plus légère que l'eau; il suffit donc de décanter. Telle a été, pendant près de dix ans, l'exploitation de Schwabwiller, dont la production annuelle n'a jamais dépassé 45 hectolitres de pétrole.

Dans le but de chercher à exploiter par travaux souterrains le gîte d'où provenait le pétrole, on fit, en 1845, des sondages tout autour du puits d'exploitation, et seulement à quelques mètres

(1) Annales des mines, 3[e] série, t. XIX, p. 609.

de distance de ce puits. Contrairement à ce que l'on espérait, d'après la disposition horizontale habituelle aux veines bitumineuses, ces sondages dépassèrent la profondeur du premier puits sans rencontrer du bitume ; ce résultat négatif provient sans doute de ce que la couche avait été lavée et épuisée, au moins dans le voisinage du puits, par l'eau qui depuis plusieurs années en avait été aspirée. Aujourd'hui la totalité du gîte paraît épuisée, car les eaux n'en ramènent plus que des traces de pétrole.

Du gaz inflammable se dégageait aussi du puits à pétrole de Schwabwiller, ainsi que des marnes voisines; celles-ci, lorsqu'elles viennent d'être extraites, exhalent une odeur de même nature que celle du pétrole lui-même.

En raison de sa fluidité, le pétrole de Schwabwiller ne pouvait servir comme graisse, ainsi que celui de Bechelbronn. On l'a utilisé pour l'éclairage; puis on en a extrait par distillation des huiles et du bitume.

Couches des environs de Lobsann; leur relation avec celles de Bechelbronn.

Trois groupes de couches.

Les couches tertiaires que l'on peut étudier aux environs de Lobsann, soit par les travaux des mines, soit dans les ravins, peuvent être subdivisées, pour la description, en trois groupes, qui sont, en commençant par le bas : A, marnes avec grès bitumineux; B, calcaire d'eau douce avec lignite; C, marnes à coquilles marines.

A. Marnes et grès ou sable bitumineux.

A. L'étage le plus inférieur connu à Lobsann consiste en une série de couches de marnes et de grès, dans lesquelles on a exploité deux couches

de sable bitumineux, à quelques mètres au-dessous des couches de calcaire avec lignite dont il va être question. Ces marnes sont grises, brunes, verdâtres ou quelquefois rougeâtres; quelques couches minces de calcaire leur sont subordonnées; le grès à ciment calcaire est quelquefois en masses très-dures qu'il faut faire sauter à la poudre. Cet ensemble de couches a été reconnu par des sondages sur une épaisseur qui dépasse 60 mètres.

Le sable bitumineux que l'on exploitait à Lobsann renfermait rarement au delà de 4 p. o/o de bitume, et en général seulement de 1,5 à 2,5 p. o/o. Ce bitume s'éloigne beaucoup plus de l'état fluide que celui de Bechelbronn, et appartient à la variété de bitume que l'on a désignée sous le nom de *malthe*.

Dans les couches dont il est question on rencontre quelquefois des débris de coquilles terrestres, entre autres des hélices. Le grès renferme aussi de nombreux débris de végétaux, autour desquels s'est concentrée de la pyrite de fer: dans le sable bitumineux se trouvent de petits lits de lignite, et quelquefois de gros morceaux de bois de conifère dont la structure est bien conservée.

Les couches inférieures dont il s'agit sont le prolongement des couches de Bechelbronn, dans lesquelles on exploite aussi le sable bitumineux.

B. Calcaire d'eau douce avec lignite.

B. Au-dessus de cet étage marneux sont plusieurs bancs de calcaire d'eau douce, auxquels sont subordonnées des couches minces de lignite: cet ensemble occupe une épaisseur totale de 5 à 9 mètres.

Le calcaire bitumineux qui est l'objet principal de l'exploitation, forme trois couches dont l'épaisseur varie de 1 mètre à 2^{m},50; il alterne avec du

calcaire gris clair, qui est ordinairement tendre et même friable. Ce dernier calcaire répand par le choc la même odeur aromatique que le calcaire bitumineux proprement dit. Du reste, les deux variétés principales de calcaire ne sont pas régulièrement séparées : le calcaire bitumineux forme souvent des veines ou des taches dans le calcaire ordinaire.

De la pyrite de fer est quelquefois disséminée dans le calcaire. J'ai observé aussi une faible quantité de sulfate de chaux, même dans les variétés les plus compactes, où cette substance ne paraît pas provenir d'une décomposition journalière de la pyrite. M. Berthier a déjà reconnu le sulfate de chaux dans le calcaire bitumineux de Seyssel (1).

La bitume est plus abondamment et plus fortement fixé dans le calcaire que dans le grès.

La proportion de bitume mélangé au calcaire de Lobsann s'élève à 10, 12 et même jusqu'à 18 p. 0/0. Le calcaire est donc beaucoup plus riche en bitume que le sable. La même relation de richesse entre le sable et le calcaire bitumineux se retrouve à Seyssel, dans l'Ain.

Il y a une autre différence entre ces deux roches, considérées comme minerai bitumineux. Tandis que les grès de Lobsann et de Bechelbronn abandonnent à l'eau bouillante à peu près tout leur bitume, le calcaire bitumineux du même terrain, quoique cinq ou six fois plus riche que le grès, ne cède rien à l'eau dans les mêmes conditions; cette dernière circonstance apporte une complication fâcheuse dans l'exploitation du bitume.

Expérience qui peut servir à expliquer ce fait.

Une expérience facile peut servir à expliquer la différence considérable de richesse du calcaire

(1) Annales des mines, 3e série, t. XIII, p. 605.

et du grès. Si l'on place dans du bitume naturel de Bechelbronn des fragments de ces deux dernières espèces de roches, qui n'appartiennent pas à des variétés compactes, ils s'imprègnent bientôt d'huile minérale jusqu'à leur centre, quoiqu'à froid ce bitume soit très-visqueux; l'absorption est facilitée, si l'on opère à une douce chaleur. C'est ainsi qu'on peut imiter artificiellement, avec une grande ressemblance, les deux espèces de minerai bitumineux de Lobsann. Mais des fragments des deux roches, de même poids et à peu près de même forme, absorbent des proportions très-différentes de bitume. La craie, dont le calcaire friable de Lobsann se rapproche beaucoup par la consistance, fixe ainsi de 17 à 24 p. o/o de son poids de bitume, tandis que le grès tertiaire grossier dont je me suis servi ne prend à chaud que 8 1/2 p. o/o de la même substance.

De plus le bitume est fixé dans le calcaire d'une manière telle que si l'on soumet ensuite l'échantillon pulvérisé à l'eau bouillante, on ne peut rendre à la craie sa blancheur primitive, bien qu'à cette température le bitume soit complétement fluide, parce qu'il y adhère toujours une certaine proportion de bitume. La proportion qui reste adhérente au grès est moindre.

Il n'est pas à supposer que dans ces couches de calcaire et de grès, qui sont si voisines et souvent même contiguës, chaque lit de la première roche ait reçu primitivement une variété de bitume distinct par son degré de consistance de celui qui a imprégné le grès. La différence entre les deux minerais bitumineux que nous observons aujourd'hui résulte de ce que, par suite d'une action mécanique de capillarité, et probablement aussi par une in-

fluence chimique ultérieure, le calcaire a *plus abondamment et plus fortement* fixé le bitume que ne l'ont fait les roches arénacées.

Le calcaire bitumineux de Lobsann a souvent la structure lamellaire.

Un fait remarquable et qui peut jeter du jour sur le mode d'arrivée du bitume, c'est que le calcaire bitumineux de Lobsann est souvent saccharoïde ou lamellaire, comme le calcaire des terrains cristallisés; il contient en outre de petites cavités tapissées de cristaux rhomboédriques de chaux carbonatée. Cette structure cristalline, bien rare dans les terrains tertiaires qui sont éloignés de toute roche éruptive, contraste avec la cassure compacte habituelle au calcaire d'eau douce.

Le lignite forme de nombreux lits alternant avec le calcaire d'eau douce.

Une partie des couches calcaires sont subdivisées par des lits de lignite très-minces et très-rapprochés. Ces lits, dont l'épaisseur n'est ordinairement que de quelques millimètres, sont eux-mêmes distants de la même quantité, ou au plus de quelques centimètres; de sorte que tout l'ensemble se compose d'une alternance de feuillets de calcaire et de lignite faiblement ondulés et parallèles : dans une épaisseur d'un mètre, on peut compter plus de 40 de ces lits à disposition rubannée. Quelques couches de lignite, qui sont assez épaisses pour être exploitées, atteignent $0^m,30$, et même $0^m,60$ d'épaisseur.

Le lignite de Lobsann a une cassure terne et compacte. Quoiqu'elle y soit toujours invisible à l'œil nu, la pyrite de fer s'y décèle par les efflorescences de sulfate de fer qui apparaissent sur les parois des anciennes tailles, et par la forte odeur sulfureuse qui s'en dégage lors de la combustion. Il brûle très-facilement et avec une longue flamme. Un échantillon choisi et desséché

à 150° a laissé 58 p. o/o de coke et 11 p. o/o de cendres calcaires.

Abondance des matières siliceuses.

Des masses siliceuses grises ou rosées, sonores et fort dures, se rencontrent abondamment dans le calcaire bitumineux, et moins souvent dans le calcaire ordinaire. Dans le lignite lui-même on rencontre çà et là des masses quartzeuses, hérissées de petits cristaux très-brillants qui ne sont autre chose que du quartz enfumé; ce quartz est entremêlé de lignite.

Débris de végétaux renfermés dans ces couches. Chara.

De nombreux vestiges végétaux sont renfermés dans les couches de calcaire, et surtout dans celles de lignite. Le calcaire est riche en graines et en empreintes de tiges de *chara*. Les graines sont ordinairement silicifiées et dans un état parfait de conservation : les tiges n'ont laissé que leur empreinte, soit dans le calcaire, soit dans le silex, et cette cavité contient souvent un enduit de bitume.

Feuilles de palmier.

Parmi les empreintes végétales, la plupart à forme peu distincte, que renferme quelquefois le calcaire dans le voisinage du lignite, on peut citer des feuilles de dicotylédones, des prêles de grande dimension, et de très-belles feuilles de palmiers qui, d'après M. Schimper, appartiennent à l'espèce de Chamærops désignée par M. Unger sous le nom de *Flabellaria maxima*.

Lignite en aiguilles. Une partie du lignite se compose d'anciens troncs de palmiers couchés.

On a depuis longtemps remarqué dans le combustible de Lobsann du lignite en fibres bacillaires, ou plutôt en longues aiguilles, auxquelles on a donné le nom de *nadelkohle* ou de *lignite bacillaire*. Ces masses ne sont autre chose que des débris de troncs de palmiers dans lesquels, le tissu celluleux ayant disparu par la décomposition, les faisceaux fibreux se sont trouvés mis à nu; cepen-

dant, en général, les faisceaux adhèrent faiblement l'un à l'autre. Le diamètre de ces aiguilles de palmier est d'environ 0,4 de millimètre; la longueur de leurs fragments dépasse souvent 2 décimètres. Elles sont élastiques, et leur cassure est brillante comme de la poix.

Le lignite en aiguilles est loin d'être une rareté; certaines couches de lignite en sont quelquefois exclusivement formées sur de grandes étendues : les aiguilles sont alors étendues parallèlement à la stratification. Ainsi une grande partie du lignite de Lobsann résulte de la décomposition de troncs de palmiers qui sont couchés horizontalement.

Age du lignite de Lobsann.

La grande abondance des palmiers suffirait, à défaut d'autres considérations, pour faire rapporter le terrain de Lobsann à l'étage tertiaire moyen, ou miocène, que M. Ad. Brongniart a caractérisé comme éminemment riche en débris de palmiers (1).

Bois de conifères à tissu bien conservé.

Outre cette variété de lignite, on trouve fréquemment aussi à Lobsann des masses à fibres très-fines, à contours fragmentaires, qui se distinguent facilement du lignite en aiguilles par la ténuité de leurs fibres. Par son aspect ce lignite à fibres fines ressemble beaucoup au charbon de bois obtenu par l'action de la chaleur, et il se rapporte à la variété de houille connue sous le nom de *charbon de bois minéral.* Un instrument tranchant en détache facilement de petits copeaux, ce qui montre qu'il n'a pas l'aigreur du charbon de bois ordinaire; en ceci il se rapproche plutôt du charbon de bois imparfaitement carbonisé.

(1) Mémoire sur les végétaux fossiles. L'Institut du 7 novembre 1849.

Chauffé dans une cornue, il exhale une forte odeur empyreumatique et produit de l'huile : il perd 34 p. o/o de son poids, c'est-à-dire presque autant que le lignite ordinaire. Il laisse 3,4 p. o/o de cendres, dont la couleur est rouge, parce que le charbon est imprégné de pyrite de fer.

Les fibres charbonneuses dont il s'agit, observées au microscope, présentent de la manière la plus nette la ponctuation caractéristique des conifères. Les conifères concouraient donc avec les palmiers, à former les forêts aujourd'hui enfouies dans le lignite de Lobsann.

Succin; sa fréquence extraordinaire dans certaines couches.

Le succin, loin d'être une rareté à Lobsann, comme on l'a cru jusqu'à présent, forme, dans certaines couches de lignite, de petits grains extraordinairement fréquents. La grosseur de ces grains, qui sont arrondis, excède rarement celle d'un pois, et n'est souvent que de la dimension d'une tête d'épingle; ils sont jaunes et ordinairement transparents. Dans un morceau d'un décimètre cube, j'ai pu compter jusqu'à 40 gouttelettes de succin.

C'est dans les lits qui renferment du charbon de bois de conifère que l'on trouve le plus abondamment des grains de succin. Cette association, rapprochée de la propriété habituelle aux conifères de sécréter abondamment de la résine, nous amène à reconnaître clairement l'origine du succin de Lobsann. Comme confirmation, on peut ajouter que lorsqu'on examine au microscope les fibres de ces conifères, avant qu'elles aient été calcinées, la ponctuation de ces fibres est d'un jaune de miel; ce qui montre qu'elles sont encore imprégnées de substance résineuse. Du succin est venu

quelquefois aussi envelopper les faisceaux fibreux des palmiers.

Nombreux vestiges de coquilles d'eau douce dans le calcaire et dans le lignite.

Dans les couches de calcaire qui avoisinent le lignite, et dans le lignite lui-même, on trouve beaucoup de débris de coquilles d'eau douce. Ces coquilles sont, tantôt à l'état friable, tantôt elles n'ont laissé que leurs empreintes; de sorte qu'elles ne peuvent être déterminées avec précision. Les planorbes y sont très-communes, particulièrement au toit des lits de lignite où l'on rencontre aussi beaucoup de bulimes et de paludines. Cette dernière, d'après M. Alexandre Braun, est la *paludina acuta.*

Au milieu du lignite même, on a rencontré une dent de rhinocéros.

Les couches de lignite de Lobsann se sont déposées avec lenteur.

Plusieurs caractères apprennent que le lignite de Lobsann est le produit d'un dépôt qui s'est opéré avec lenteur.

Ce lignite a toujours la structure schisteuse; les feuillets, qui sont alternativement brillants et terreux, ont souvent moins d'un tiers de millimètre. Les feuillets mats sont ordinairement calcarifères et imprégnés de pyrite qui leur donne une teinte vert-olive. Par l'exposition à l'air, la pyrite s'effleurit, et la structure feuilletée, d'abord peu sensible, se prononce davantage. En fendant avec un couteau le lignite parallèlement à sa schistosité, on rencontre entre les feuillets beaucoup de vestiges de coquilles petites et minces, dont les têts sont terreux, écrasés et généralement de forme peu reconnaissable; on y distingue cependant des empreintes de bulimes et de planorbes.

La structure feuilletée du lignite, les alternances de lits minces de lignite et de calcaire, enfin les séries de générations de planorbes et de

bulimes qui ont laissé leurs dépouilles dans une partie des feuillets, sont autant de caractères qui nous apprennent que les couches épaisses, aussi bien que les couches minces du lignite de Lobsann, se sont formées avec lenteur sur le littoral de la nappe d'eau qui baignait les Vosges à l'époque tertiaire.

Il importe d'ailleurs d'ajouter que tous les troncs d'arbres sont couchés parallèlement à la stratification ; aucun d'eux n'a été rencontré debout.

Prolongement des couches du calcaire d'eau douce à Lampertsloch.

Dans beaucoup d'autres localités, le lignite présente aussi les caractères d'un dépôt lent. Ainsi à Haering, en Tyrol, le lignite schisteux (schieferkohle) renferme, comme à Lobsann, entre ses feuillets de petits lits de coquilles bivalves. Certains lignites de la Wétéravie consistent en une accumulation de lits de feuilles dont on peut constater la succession régulière et souvent répétée, en clivant le combustible parallèlement à la stratification.

A Lampertsloch, à 3 kilomètres à l'Ouest de Lobsann, on retrouve le calcaire d'eau douce formant des couches subordonnées aux marnes comme dans cette dernière localité. La couche inférieure de calcaire est quelquefois tachetée de brun par du bitume qui y a pénétré irrégulièrement, et en outre, parsemée de chaux carbonatée en masses cristallines très-limpides. Le calcaire gris clair répand une odeur pénétrante qui ressemble beaucoup à celle du naphte. Dans ce calcaire on observe de nombreuses cavités de forme tubulaire, comme celles que l'on rencontre souvent dans le calcaire asphaltique : on y voit aussi des empreintes brunes qui paraissent provenir de conferves. Plus haut, des lits minces de calcaire d'eau douce, d'une odeur bi-

tumineuse alternent avec des marnes verdâtres, et des couches de grès à ciment calcaire. Enfin à la partie supérieure du dépôt sont des couches siliceuses d'aspect varié. Le calcaire et le silex sont riches en coquilles d'eau douce, particulièrement en bulimes et en paludines. Le silex renferme, en outre, des tiges de chara et de petits débris de bois silicifié. L'affleurement d'une couche mince de lignite se remarque au milieu des marnes.

Le bitume a pénétré dans certaines roches de Lobsann postérieurement à leur consolidation.

Les masses siliceuses rosées ou grises que contient le calcaire bitumineux ne sont pas plus imprégnées de bitume qu'il n'arrive aux silex des autres terrains; les fissures qui traversent ce silex contiennent seules des enduits de bitume. Il en est de même des gros blocs de grès calcarifère qui sont enveloppés de sable bitumineux : ce grès est blanc, mais les fentes qui s'y trouvent sont enduites d'une pellicule de bitume. Les cavités que la disparition des tiges de chara ont laissées dans les silex ou dans le calcaire lui-même sont aussi remplies de bitume visqueux. Enfin les fissures du lignite qui avoisinent le calcaire bitumineux contiennent fréquemment du bitume mou, que l'on n'est aucunement autorisé à regarder comme une sécrétion du lignite, mais bien plutôt comme une infiltration partie de la roche bitumineuse voisine.

Ces faits montrent que le bitume ne s'est fixé dans certaines roches du terrain qu'après que ces roches étaient consolidées, c'est-à-dire que le bitume, depuis qu'il a été enfoui dans les couches de Lobsann, s'est déplacé sur quelques points. La facilité avec laquelle le bitume liquide et les huiles pyrogénées s'infiltrent partout est telle qu'il n'est pas étonnant que l'huile minérale se soit insinuée

après coup, soit d'elle-même, soit avec l'aide de l'eau, dans des roches qui, comme le calcaire, ne sont pas tout à fait imperméables, ou bien dans des roches fissurées.

C. Poudingues et marnes supérieures avec fossiles marins.

C. Au-dessus du calcaire et du lignite se trouvent des marnes bleuâtres plus ou moins endurcies; ces marnes contiennent beaucoup de rognons cristallins de pyrite cubique, et des nids de gypse bien cristallisé, minéraux que l'on trouve semblablement associés dans les marnes oxfordiennes du terrain jurassique. Les assises inférieures des marnes dont il est question contiennent beaucoup de coquilles essentiellement marines qui sont généralement mal conservées; parmi ces coquilles on peut distinguer des spatangues, des cérites (plusieurs espèces indéterminées), des peignes, des vénéricardes. Ces marnes ont au moins une épaisseur de 20 à 25 mètres.

Aux marnes dont il s'agit sont subordonnées des couches de grès et d'un poudingue très-grossier ou *nagelflue*, qui est presque entièrement formé de débris du muschelkalk.

Superposition de dépôts marins aux dépôts d'eau douce.

Ainsi des couches épaisses qui sont exclusivement d'eau douce, comme le calcaire et le lignite, sont recouvertes par des couches tout à fait marines, ainsi que M. Voltz l'a déjà parfaitement connu.

C'est dans ces couches marines, mais à leur contact avec le calcaire d'eau douce, qu'une mâchoire de l'*anthracotherium alsaticum* a été découverte en 1821 par M Boussingault.

Traces de coquilles lithophages dans le muschelkalk de Goersdorf.

Aux environs de Goersdorf, à la limite des terrains tertiaires, on trouve fréquemment dans le calcaire du muschelkalk des cavités cylindroïdes très-régulières qui sont évidemment dues à l'ac-

tion de coquilles lithophages. Ces taraudages datent probablement de l'époque où la mer tertiaire baignait ces collines.

Épaisseur du terrain tertiaire des environs de Bechelbronn et de Lobsann.

A Bechelbronn, les couches inférieures du terrain qui nous occupe sont reconnues sur 110 mètres d'épaisseur; la puissance du terrain, si l'on y comprend les couches supérieures, doit donc dépasser 150 mètres. Il est à remarquer que cette épaisseur considérable se rencontre sur le littoral même, à moins de 2 kilomètres de la falaise de grès des Vosges qui termine le terrain. Plus au centre du dépôt, à Haguenau, un sondage, fait pour la recherche d'eaux jaillissantes, a traversé des couches de marnes bleuâtres et de grès à grains fins, qui sont le prolongement de celles-ci, sur une épaisseur de près de 292 mètres, et cela, sans que l'on en ait atteint la limite inférieure.

Plongement des couches de Lobsann; failles qui les traversent.

Abstraction faite des inflexions que présentent les couches de Lobsann considérées dans leurs détails, l'ensemble du terrain plonge faiblement vers le Sud-Est, comme les couches de Bechelbronn.

Ces couches sont en outre traversées par de nombreuses failles, dont dix ont été reconnues dans les seuls travaux du calcaire asphaltique (*fig.* 3 et 5). Toutes ces failles sont parallèles entre elles et dirigées du N.-E. au S.-O., comme la crête rectiligne de grès des Vosges, à laquelle le terrain est adossé. Le rejet opéré par ces failles va jusqu'à 6 mètres pour l'une d'elles, et l'abaissement est constamment du côté de l'angle obtus.

Autres affleurements des couches bitumineuses de Lobsann.

Outre les localités qui ont déjà été signalées plus haut, comme renfermant des couches de sable bitumineux semblables à celles de Bechelbronn, on voit affleurer des couches bitumineuses qui pa-

raissent être le prolongement de celles de Lobsann, aux environs du moulin des Sept-Fontaines, du Walkmühle, de Birlenbach où il existe aussi une conche de lignite, de Drachenbronn, et près du Lochmühle, non loin de Cléebourg, à 4 kilomètres au N.-E. de Lobsann.

En résumé les points des environs de Soultz-sous-Forêts où les couches tertiaires sont imprégnées de bitume, tant liquide que visqueux ou solide, sont renfermés dans une surface de 10 sur 12 kilomètres.

Des couches de sable bitumineux se retrouvent aussi dans le Haut-Rhin, près de Hirtzbach, dans le terrain tertiaire; une source, qui sort de ce terrain en entraînant du bitume, rappelle tout à fait celle de Bechelbronn.

Ressemblance du terrain de Lobsann avec celui de Haering.

La Flore de Lobsann paraît se rapprocher beaucoup de celle de Haering en Tyrol; mais il existe encore plusieurs points de ressemblance entre les couches tertiaires de ces deux contrées.

A Haering, un calcaire gris siliceux identique à celui de Lobsann est subordonné au lignite. Ce calcaire, auquel on a donné le nom de *stinkstein* (calcaire fétide), exhale par le choc une odeur aromatique qui n'est pas désagréable, et qui est tout à fait la même que celle du calcaire bitumineux de Lobsann. Une partie du calcaire de Haering est imprégnée de bitume.

En outre à Haering, de même qu'à Lobsann, les couches du niveau du lignite abondent en hélices et en planorbes (1); ces couches à coquilles palustres sont recouvertes par des couches qui con-

(1) Reuss. Geognostische Beobachtungen gesammelt auf einer Reise nach Tyrol. Neues Jahrbuch fur minera-

tiennent des coquilles marines, telles que peignes, huîtres, fuseaux, rostellaires, balanes, et qui sont dépourvues de débris de végétaux. Comme à Lobsann, des couches de conglomérat calcaire sont subordonnées aux couches marines.

Enfin il est encore à remarquer que la molasse avec lignite, qui à Lobsann est juxtaposée à un escarpement de grès des Vosges, est adossé à Haering à une semblable falaise de calcaire alpin qui constitue le Pessenberg, ainsi que l'exprime un croquis du docteur Reuss (1). D'ailleurs des failles traversent les couches tertiaires des deux localités.

Grès bitumineux des Basses-Alpes. Une couche de grès bitumineux que l'on exploite déjà sur quelques points est connue, dans le département des Basses-Alpes, entre Manosque et Dauphin ; cette couche est aussi renfermée dans le terrain de la molasse qui est riche en lignite, et qui présente des alternances du calcaire lacustre et de dépôts marins (2).

Produit des mines de Lobsann. Le besoin du combustible pour l'évaporation de l'eau salée de Soultz-sous-Forêts détermina, en 1788, l'ouverture des premiers travaux d'exploitation dans le terrain de Lobsann ; le lignite seul y fut d'abord exploité. Vers 1815 on tenta, mais sans succès, d'utiliser le combustible comme minerai de vitriol et d'alun. Ce n'est qu'en 1818 que l'on commença des travaux pour extraire la roche

---

logie; 1840, p. 163. — Alex. Petzgoldt. Beyträge zur Geognosie des Tyrols, p. 351.

(1) Mémoire cité plus haut, fig. 6 et 7.

(2) Scipion Gras. Statistique minéralogique des Basses-Alpes, p. 149 et 189.

bitumineuse que l'on y avait découverte dès la fin du siècle dernier, et qui depuis lors est devenue le principal produit des mines; car aujourd'hui le lignite n'est plus qu'accessoirement extrait pour l'élaboration du calcaire bitumineux.

Ce calcaire est exploité pour fabriquer le mastic qui sert à daller les trottoirs; pour cela il doit être pulvérisé, quand cela est possible; puis il est mélangé à du bitume. Selon sa consistance, on le pulvérise, soit en le triturant sous des meules, soit en le chauffant en vases clos; lorsqu'il est très-riche, et qu'il ne peut être pulvérisé en raison de sa mollesse, on le lamine entre deux cylindres sous forme de galettes minces.

Depuis quelques années on cherche à utiliser en outre le calcaire bitumineux, en en extrayant par distillation des huiles susceptibles d'emploi dans l'industrie.

Les couches de grès bitumineux que l'on connaissait sont épuisées, et cette dernière roche n'est plus exploitée à Lobsann. En revanche, le calcaire asphaltique y présente des ressources considérables; les seuls travaux d'exploitation y ont fait reconnaître un massif de plus de 9.000 mètres cubes, dont l'extraction n'est limitée que par les débouchés des produits.

Amas de minerai de fer et eaux salées renfermés dans le terrain tertiaire des environs de Bechelbronn et de Lobsann. Considérations théoriques.

Le terrain tertiaire de la contrée qui nous occupe présente, outre le bitume et le lignite, deux

autres accidents remarquables, dont l'un, au moins, est probablement en relation avec la formation des dépôts de bitume; ce sont des gîtes de minerai de fer et des eaux salées.

Amas de contact de minerai de fer sur la limite du terrain tertiaire et du grés des Vosges.

Des gîtes de minerai de fer contournent le promontoire de grès des Vosges du Liebfrauenberg, autour duquel ils forment une ceinture à peu près continue, sur un développement de 18 kilomètres (*fig.* 3 et 4); ils sont recouverts presque entièrement par le diluvium.

Les amas qui sont situés dans la vallée de Lembach et aux environs de Goersdorf sont superposés au muschelkalk; mais ceux de ces amas qui sont situés entre Goersdorf et Cléebourg sont subordonnés au terrain tertiaire. L'un d'eux, celui de Lampertsloch, contraste par sa composition avec la plupart des minerais de fer tertiaires. Il contient en effet du fer oxydé rouge, du fer spathique comme celui des filons, de la baryte sulfatée, soit en petites tables rhomboïdales, quelquefois rouges, qui sont disséminées dans le minerai, soit en cristaux d'une limpidité rare. L'amas de Lampertsloch est situé à moins de 2 kilomètres des gîtes bitumineux de Bechelbronn et de Lobsann.

Leur relation avec les failles.

La relation de ces amas ferrugineux avec les lignes de dislocation qui contournent le Liebfrauenberg est manifeste. Les failles droites ou infléchies qui terminent le grès des Vosges paraissent avoir servi de passage aux émanations métallifères. Cependant il est à remarquer que la sortie du minerai de fer n'a eu lieu que longtemps après l'ouverture des failles; car celles-ci sont immédiatement antérieures au dépôt du grès bigarré, comme M. Élie de Beaumont l'a prouvé depuis longtemps, tandis que les amas ferrugineux sont seulement de l'é-

poque tertiaire et se lient aux gîtes de minerai de fer pisolitique qui sont dans le voisinage.

Variété de composition que présentent ces dépôts.

Les dépôts de la branche Nord-Ouest de cette sorte de zone parabolique (ceux de Pfaffenbronn, de Schmeltze et de Kuhbrücke), consistent essentiellement en hydroxyde de fer mélangé de beaucoup de quartz; l'arsenic, qui est en forte proportion dans ce minerai, le rend inexploitable. Au sommet de la courbe, au Nord de Goersdorf, la pyrite de fer, aussi très-arsenicale, était assez abondante pour alimenter dans le siècle dernier une fabrique de vitriol. Enfin, vers le Sud-Est, à Lampertsloch, où le quartz cristallin manque, on trouve la composition qui a été signalée plus haut. Ces variations sont du même ordre que celles que l'on observe fréquemment dans un même système de filons contemporains.

Vestiges organiques renfermés dans ces amas.

Entre Goersdorf et Preuschdorf, où le minerai de fer repose sur le calcaire du muschelkalk, l'hydroxyde de fer renferme des moules tant extérieurs qu'intérieurs, de différents fossiles de ce dernier terrain, particulièrement des empreintes d'encrines, d'ammonites et de térébratules. Ainsi le minerai de fer s'est substitué au calcaire sous-jacent qui s'est dissous à la place de l'oxyde de fer, et cette épigénie s'est faite sans que la forme des fossiles contenus dans la roche calcaire ait été altérée. A Lampertsloch, où le minerai de fer a été déposé avec de la silice, c'est cette dernière substance qui, de préférence à l'oxyde ferrique, a pris les empreintes des bivalves du lias, roche qui forme ici le mur de l'amas.

Une substitution semblable s'observe dans d'autres gisements du même genre que ceux qui nous occupent, par exemple, dans certains dépôts de



la Moselle qui sont superposés au terrain jurassique. Au milieu même du minerai siliceux de Saint-Pancré, on retrouve çà et là des vestiges des fossiles du calcaire oolitique sur lequel le dépôt s'est formé. Les moules de coquilles sont bien plus nombreux encore dans le minerai de Mangienne (Meuse).

Ces exemples montrent clairement que les eaux qui ont apporté le minerai de fer de ces amas étaient fortement corrosives pour les roches calcaires qu'elles baignaient, et le fait est facile à comprendre; car dans les dissolutions superficielles desquelles paraissent en général dériver les gîtes de minerai de fer pisolitique, le fer ne se trouvait vraisemblablement plus à l'état du protoxyde; or le peroxyde de fer est précipité de ses dissolutions salines par le carbonate de chaux.

Il n'y a pas lieu d'insister davantage ici sur ces gîtes, peu importants pour l'exploitation, mais intéressants du point de vue théorique; j'ai déjà donné ailleurs quelques détails sur leurs caractères (1).

Eaux salées qui sortent des couches bitumineuses tertiaires à Soultz-sous-Forêts.

De l'eau salée, à laquelle le bourg de Soultz-sous-Forêts doit son nom, sort des couches mêmes qui contiennent le sable bitumineux. Cette eau, qui était exploitée depuis des siècles, a cessé de l'être en 1834; sa salure atteignait 2 degrés 1/2. Elle était extraite au moyen de pompes placées sur des puits, dont le plus profond avait 26 mètres. Un faible suintement d'eau salée est connu aussi à 600 mètres à l'Ouest de Soultz, au lieu nommé *Taubenloch*, parce qu'il est recherché par les pigeons sauvages.

---

(1) Bulletin de la Société géologique de France, 2ᵉ série, t. III, p. 169.

C'est en exploitant le sel que l'on a découvert à Soultz-sous-Forêts, en 1771, et à 17 mètres de profondeur, du sable bitumineux qui a été lui-même utilisé.

Les couches auxquelles ces eaux empruntent leur salure paraissent être tertiaires.

Le sel gemme n'ayant jamais été rencontré aux environs de Soultz-sous-Forêts, on ne peut être tout à fait certain des couches auxquelles l'eau emprunte ici sa salure.

Quoique le keuper ne se montre nulle part dans la contrée, et que ses affleurements les plus voisins soient distants de 7 kilomètres, on est tout d'abord porté, par analogie avec ce qui s'observe en Lorraine et en Franche-Comté, à rechercher si ce n'est pas au voisinage des marnes irisées que les eaux de Soultz-sous-Forêts doivent leur sel; car, jusqu'à présent, dans la région de l'Europe à laquelle appartient le bassin du Rhin, le sel gemme n'a pas été signalé dans des terrains plus modernes que le trias.

Si, à peu de profondeur au-dessous du terrain tertiaire, il existait des couches salifères appartenant au keuper, il n'y aurait pas impossibilité à ce que des eaux, qui auraient acquis leur salure dans ce dernier terrain, revinssent à la surface en passant par les marnes tertiaires. Mais plusieurs faits portent à repousser cette supposition, et à admettre que c'est le terrain tertiaire lui-même qui est ici salifère.

Remarquons d'abord qu'à moins d'une dénudation exceptionnelle, le keuper doit être recouvert par le lias, ainsi qu'on l'observe non loin de là aux environs de Woerth; le lias séparerait donc le trias du terrain tertiaire. En outre, les marnes tertiaires sont peu perméables, et, lors même qu'elles seraient traversées par un faille, l'eau venant de

la profondeur ne pourrait probablement pas les traverser.

Observons de plus que l'eau salée de Soultz-sous-Forêts se distingue des sources ordinaires du trias par sa richesse en brôme; aussi est-elle expédiée depuis quelque temps en bouteilles à Strasbourg, où elle rivalise avec l'eau de Kreutznach. On lui a enlevé préalablement, par décantation, la petite quantité de bitume qui surnage quand elle sort du puits (1).

Ce qui éloigne encore la supposition que les eaux salées de Soultz-sous-Forêts n'auraient pas leur réservoir dans les couches tertiaires, c'est qu'elles ne forment pas un accident isolé. Non-seulement elles sont connues aux environs de Soultz-sous-Forêts sur plusieurs points, dont les extrêmes sont distants d'un kilomètre; mais lorsqu'on fora, il y a dix ans, un puits artésien à Haguenau, dans le même terrain, et à 16 kilomètres au Sud de Soultz, un suintement d'eau salée fut rencontré dans les couches tertiaires à 245 mètres de profondeur. Or, dans cette dernière ville, le point d'affluence étant séparé du terrain sous-jacent, par plus de 50 mètres de marnes imperméables, il est peu probable aussi que cette eau salée provenait du terrain triasique. Elle renfermait, comme celle de Soultz, une quantité notable de brômure.

Il faut enfin remarquer que dans toute l'Alsace

(1) Il est à regretter que l'on manque, à titre de renseignement sur ce sujet, de la température que possédaient les eaux salées de Soultz, lorsqu'elles affluaient en abondance. Les faibles suintements qui se font aujourd'hui ne peuvent donner une indication approximative de la profondeur dont peut provenir cette eau.

le trias ne renferme pas de sel gemme; les salines de Schweizerhalle, près de Bâle, dont Soultz-sous-Forêts est distant de 19 myriamètres vers le Nord, paraissent alimentées comme celles de Saltzbronn, dans la Lorraine, et celles du Wurtemberg, par des couches de sel placées à la partie inférieure du muschelkalk. Cette dernière circonstance, en abaissant, au dessous du keuper et du muschelkalk, le niveau du sel dans la région la plus rapprochée, atténue encore la probabilité que l'eau salée du terrain tertiaire de Soultz-sous-Forêts proviendrait du trias.

D'après ce qui précède, il est bien plus vraisemblable que l'eau salée des environs de Soultz-sous-Forêts tire ses principes des couches tertiaires. Cet accident, si rare dans le terrain tertiaire du Nord-Ouest de l'Europe (1), se lie probablement, quant à son origine, à l'arrivée du bitume et du pétrole que renferme le même terrain. Il y a déjà longtemps que de Dietrich (2) a signalé la fréquence de l'association du bitume et des sources salées en France et en Italie. Cette association, quoique n'étant pas constante, se retrouve dans des lieux très-distants, depuis les bords de la mer Caspienne, la chaîne des Karpathes, les Apennins, les environs de Dax, jusque dans l'Amérique du Nord, au Kentucky et sur les bords du lac Salé. Les couches

(1) Le terrain tertiaire du bassin de l'Ebre, aux environs de Tudela, renferme aussi du sel, d'après M. Ezquerra del Bajo (Leonhards Jahrbuch für Mineralogie, 1835, p. 283). Il en est de même des terrains tertiaires d'Anana, près de Pancorbo, et de Briviesca, non loin de Burgos (Dufrénoy; Traité de minéralogie, t. II, p. 151).

(2) Description des gîtes de minerai de l'Alsace, p. 305.

tertiaires de Soultz-sous-Forêts avec leur bitume et leur eau salée fournissent un exemple de cette relation, qui n'est pas encore expliquée d'une manière satisfaisante.

Si des considérations économiques ne s'opposaient pas à l'établissement d'une nouvelle saline, à proximité des grands centres de production de la Lorraine, on aurait beaucoup de chances de rencontrer à Soultz-sous-Forêts par des sondages le sel gemme, ou au moins des eaux plus fortement salées; les travaux faits jusqu'à présent dans cette localité ne dépassent pas la profondeur de 27 mètres.

Bitume dans le muschelkalk à proximité de failles.

Pour compléter ce qui concerne le gisement du bitume en Alsace, je ferai observer que du bitume s'y rencontre encore dans deux positions qui diffèrent du gisement dont nous venons de nous occuper.

Cette substance se trouve accidentellement dans des filons métallifères qui traversent le terrain de transition du Haut-Rhin, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer (1).

Le bitume est fréquent aussi dans le muschelkalk, le long des failles qui séparent ce terrain du grès des Vosges; ainsi, à Rothbach, à Weiterswiller, à Rauschendbourg, les fissures qui traversent le muschelkalk contiennent beaucoup d'enduits de bitume noir à peu près solide. A Molsheim, près de plusieurs failles considérables qui déterminent la limite orientale des affleurements du muschelkalk, le bitume est renfermé dans beaucoup de géodes cristallines de chaux carbonatée, au milieu de brèches calcaires, dont les frag-

(1) Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 38.

ments sont réagglutinés par du carbonate de chaux cristallisé en métastatique. Dans cette dernière ville, on a trouvé, en 1847, à une faible profondeur, le calcaire du muschelkalk imprégné de bitume liquide qui en suintait assez abondamment, au point que ce calcaire ressemblait beaucoup à la roche asphaltique du val de Travers.

Dans les deux derniers gisements qui viennent d'être signalés, dans les filons comme dans les failles, la relation de l'origine du bitume avec les dislocations du sol est évidente. Près de Haering, en Tyrol, au Grattenbergl, le calcaire alpin renferme beaucoup de bitume visqueux qui, comme dans le muschelkalk de Molsheim, y est accompagné de nombreuses veines de chaux carbonatée cristalline (1).

Les gîtes bitumineux de Lobsann et de Bechelbronn avoisinent une faille qui pendant l'époque tertiaire était encore ouverte.

Quoique disposé en amas stratiformes, le bitume des environs de Soultz-sous-Forêts paraît aussi se lier aux dislocations de la contrée.

En effet, ces gîtes avoisinent la faille terminale du grès des Vosges, l'une des plus nettes que l'on puisse rencontrer (*fig.* 3 et 4). Cette faille, bien qu'ouverte à une époque antérieure au trias, n'était pas encore oblitérée pendant l'époque tertiaire, puisqu'à cette même époque, elle a servi de canal aux épanchements de fer spathique, de fer oligiste, de baryte sulfatée, dont il a été question plus haut. Ce qui montre aussi que le pays était travaillé par les agents volcaniques à l'époque tertiaire, c'est la sortie de basalte de Gundershoffen, qui n'est distant de Lobsann que de 8 kilomètres.

La structure saccharoïde du calcaire d'eau douce annonce l'action

La structure éminemment cristalline qu'affecte le calcaire d'eau douce de Lobsann, sur beaucoup

(1) Reuss. Mémoire cité plus haut, p. 162.

de la chaleur lors de l'arrivée du bitume.

des points où ce calcaire est imprégné de bitume, peut d'ailleurs faire conclure que l'arrivée du bitume a été accompagnée de chaleur. Toutefois la chaleur de la roche n'était pas très-élevée, puisque non-seulement le lignite qui lui est contigu, mais le succin qui est renfermé en si nombreux grains dans ce lignite, n'en ont pas souffert d'altération. Le calcaire a donc pris ici la structure saccharoïde sous l'influence d'une température qui n'était pas très-élevée.

Longue durée pendant laquelle se sont formés les dépôts de Bechelbronn.

Les dépôts de marne et de sable fin des environs de Bechelbronn ont tous les caractères d'un dépôt opéré tranquillement. Or les veines bitumineuses exploitables se rencontrent au milieu de telles couches formées probablement avec lenteur, à des niveaux variés qui sont compris dans une épaisseur de 80 mètres. Si donc le dépôt de bitume est contemporain des couches qu'il imprègne, ce dépôt, loin d'avoir été l'effet d'un phénomène instantané, a continué pendant une longue période de temps.

MÉMOIRE

Sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges,

Par M. DELESSE, Ingénieur des mines,
Professeur à la Faculté des sciences de Besançon.

Euphotide d'Odern.

L'*Euphotide* ne se montre que sur quelques points isolés dans le Sud-Ouest de la chaîne des Vosges, et c'est surtout à Odern (Haut-Rhin) qu'elle est bien caractérisée et que sa structure cristalline est la plus développée.

Les principaux minéraux qu'on trouve dans cette roche sont le *feldspath*, le *diallage*, le *fer oxydulé*, la *pyrite de fer*, le *talc*, la *serpentine*, des *carbonates*, etc. Je vais décrire successivement ces minéraux en faisant connaître les particularités présentées par chacun d'eux.

Le feldspath est généralement blanc, légèrement verdâtre ou grisâtre. **Feldspath.**

Il forme des lamelles cristallines ayant les stries parallèles et la mâcle caractéristique des feldspaths du sixième système.

Il contient de l'eau, et ses propriétés sont d'ailleurs celles que j'ai fait connaître antérieurement et qui sont communes à tous les feldspaths qui en contiennent (1) : son éclat est gris; ses clivages sont généralement peu nets, et par suite il est très-tenace et il résiste fortement sous le marteau.

J'ai analysé des cristaux blanc-grisâtres qui ont

(1) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. VI, p. 410.

été extraits d'un échantillon de l'euphotide d'Odern imprégné de quartz, et dans lequel le feldspath était de beaucoup le minéral dominant; j'ai trouvé pour leur composition :

	1°	2°	Moyenne.
Silice.	55,23	»	55,23
Alumine.	24,24	»	24,24
Peroxyde de fer. . . .	1,11	»	1,11
Chaux.	6,68	7,03	6,86
Magnésie.	»	1,48	1,48
Soude.	»	4,83	4,83
Potasse.	»	3,03	3,03
Perte au feu.	3,18	2,92	3,05
			99,83

Les clivages de ce feldspath étaient beaucoup plus nets que ne le sont habituellement ceux des feldspaths des euphotides, dans lesquels ils sont au contraire très-peu distincts : cependant les cristaux soumis à l'analyse n'étaient pas parfaitement purs : en les examinant à la loupe, surtout après calcination, j'y ai observé en effet des lamelles de talc et des veinules de serpentine; j'ai constaté en outre qu'ils se décolorent et qu'ils font une légère effervescence avec l'acide chlorhydrique bouillant, mais pas avec l'acide acétique ni avec l'acide nitrique; les cristaux de feldspath sont donc mélangés d'une petite quantité d'un carbonate qui, à cause de sa résistance aux acides, n'est pas du carbonate de chaux pur, mais est sans doute un carbonate à base de fer, de chaux et de magnésie; on trouve en effet ces trois bases dans la liqueur chlorhydrique, et quoique je ne les aie pas dosées, j'ai reconnu cependant qu'elles sont en quantité plus petite que dans le feldspath de l'euphotide du mont Genèvre dont j'ai fait connaître l'analyse an-

térieurement(1); par conséquent, quoique le feldspath d'Odern ne soit pas chimiquement pur, il n'est mélangé qu'avec une très-petite quantité de talc, de serpentine et de carbonate.

On voit, d'après l'analyse ci-dessus, que la perte au feu du feldspath d'Odern est considérable, ainsi que cela a lieu généralement pour les feldspaths de toutes les euphotides; cette perte se compose de l'eau du feldspath, de l'acide carbonique d'une très-petite quantité de carbonate ainsi que de l'eau de la serpentine et du talc; mais elle doit surtout être attribuée à l'eau.

De même que le feldspath du mont Genèvre, le feldspath d'Odern contient les deux alcalis, la soude et la potasse : ce fait est du reste général pour tous les

(1) Bulletin de la Société géologique, 4e série, t. VI, p. 549. (Voir l'analyse de ce feldspath.) — La plupart des roches auxquelles on attribue une origine ignée, telles que les mélaphyres, les basaltes, les euphotides, ont leur pâte et même leurs cristaux pénétrés soit de carbonate de chaux, soit plutôt de carbonates qui paraissent être des carbonates complexes à base de fer, de chaux et de magnésie, car ils ne font souvent effervescence qu'avec l'acide chlorhydrique ou nitrique, ou même seulement avec l'eau régale. Ainsi le feldspath du *porphyre de Ternuay* (Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 287), donne une légère effervescence avec l'acide nitrique, mais il n'en donne pas avec l'acide acétique. — La pâte du *porphyre de Belfahy* (Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 200) fait effervescence avec l'acide acétique, et en opérant sur 3 gr. de cette pâte, j'ai trouvé que la liqueur acétique contenait : *Chaux*... 0,45 — *Magnésie*... 0,50 — *Protoxyde de fer*... 0,65.

En attaquant d'ailleurs la pâte de ce *porphyre de Belfahy* par l'acide chlorhydrique bouillant, j'ai trouvé dans une expérience qu'il perdait 25 p. 0/0 de son poids, et que la liqueur contenait, outre la silice et les autres bases, 3,03 de *chaux*. — Le *spilite de Faucogney* (Annales des mines,

feldspaths du sixième système qui forment la base des roches feldspatiques ; car j'y ai toujours trouvé, ainsi que M. Abich, la potasse associée à la soude. Bien que dans ces feldspaths la soude soit l'alcali dominant, l'analyse précédente montre qu'il peut y avoir une proportion considérable de potasse, même lorsqu'ils sont peu riches en silice.

La composition chimique du feldspath de l'euphotide d'Odern diffère notablement de celle qui a été trouvée par Klaproth, par Boulanger (1) et par moi-même (2), pour les feldspaths des euphotides des Alpes et de Corse; en effet, il est plus riche en silice et en alcali, et au contraire plus pauvre en alumine et en chaux : ces différences dans sa composition chimique expliquent d'ail-

---

4e série, t. XII, p. 243), attaqué de même par l'acide chlorhydrique, a perdu 23 p. 0/0, et dans la liqueur il y avait 1,30 de *chaux*.

La pâte du *porphyre vert antique* (Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 248) fait avec l'acide acétique une effervescence lente qui devient assez vive avec l'acide nitrique.

Il résulte donc de ces essais qu'il doit y avoir dans les roches précédentes un carbonate complexe à base de fer, de chaux et de magnésie; mais il n'y en a cependant qu'une petite quantité, comme on peut l'apprécier par le peu de durée de l'effervescence et comme cela résulte de l'essai fait sur la pâte du porphyre de Belfaby. Je pense même que dans ce dernier porphyre, le silicate qui forme la pâte s'attaque déjà partiellement par l'action de l'acide acétique, et par conséquent la quantité de carbonate mélangé, soluble dans l'acide acétique, est bien moindre que celle qui correspond aux quantités de chaux, de magnésie et de protoxyde de fer trouvées dans la dissolution.

(1) Rammelsberg Handwörterbuch, p. 116 ; et Annales des mines, 3e série, t. VIII, p. 159.

(2) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. VI, p. 547; et Annales des mines, 4e série, t. XVI, p. 239.

leurs pourquoi ses clivages sont plus nets que ne le sont généralement ceux des feldspaths des autres euphotides.

On peut remarquer que la teneur en silice du feldspath d'Odern est remarquablement élevée, et en faisant abstraction de la quantité d'eau, on trouve qu'elle est supérieure à celle qui est habituellement au labrador. Bien que l'échantillon d'euphotide duquel ce feldspath a été extrait fût traversé par des filons de quartz, je ne pense pas cependant que cet excès de silice puisse être attribué à un mélange microscopique de quartz, et toute la silice obtenue me paraît bien devoir être considérée comme étant en combinaison dans le feldspath. J'ai déjà fait observer que divers feldspaths, et notamment le feldspath du porphyre de Typholms' Udden (1), avaient comme celui d'Odern une teneur en silice supérieure à celle qui, d'après leur composition, serait nécessaire pour former du labrador; on voit par conséquent qu'il y a dans les roches des feldspaths dont la composition est intermédiaire entre celle du *labrador* et celle de l'*andésite*, et dans lesquels les rapports entre les quantités d'oxygène de $\dot{R}$, $\ddot{\bar{R}}$, $\dddot{S}$ diffèrent peu des rapports ÷ 1 : 3 : 7.

Pour caractériser une roche, il est du reste moins important qu'on ne pourrait le croire de déterminer la formule chimique à laquelle son feldspath du sixième système doit être rapporté, car cette formule n'est pas toujours constante pour une même roche prise dans une même localité. En effet, l'essai du feldspath extrait d'un autre échantillon d'euphotide d'Odern, sur laquelle on

(1) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 265 et 266.

J'ai fait avec M. Descloizeaux son étude cristallographique et nous avons constaté qu'indépendamment du clivage nacré qui est parallèle au plan diagonal opposé à l'angle aigu de 87° dans le pyroxène, il y en a un autre beaucoup moins net, perpendiculaire au premier, et par conséquent parallèle à l'autre plan diagonal; ces deux clivages parallèles aux plans diagonaux, s'observent dans la plupart des lamelles cristallines, et il y a de plus un troisième clivage peu net parallèle à la base P.

Quant aux clivages parallèles aux faces M de la forme primitive, qui sont faciles dans le pyroxène, ils sont incertains dans le diallage d'Odern; mais sur quelques lamelles nous avons obtenu un angle pouvant se mesurer d'une manière assez nette à la lumière, et qui a été trouvé de 152°; cet angle est formé par le clivage nacré avec deux faces symétriques, qui font par conséquent entre elles un angle d'environ 124°, c'est-à-dire l'angle des faces M de la forme primitive de l'amphibole.

Le diallage d'Odern présente donc à la fois les clivages du pyroxène et de l'amphibole; par conséquent c'est une variété d'*ouralite*, ainsi que MM. Haidinger et G. Rose l'ont constaté déjà pour la smaragdite des euphotides de Corse et du mont Rose (1) : je lui conserverai cependant le nom de *diallage*, lequel est consacré par l'usage et a généralement été employé par tous les géologues pour désigner le silicate de magnésie, de chaux et de fer de la famille du pyroxène, qui forme l'un des minéraux constituants de l'euphotide.

Un essai au chalumeau m'a montré que le diallage d'Odern est très-difficilement fusible, beaucoup moins que le feldspath avec lequel il est associé.

(1) G. Rose, Reise nach Ural, t. II, p. 354.

J'ai fait l'analyse des lamelles cristallines de diallage vert-olive que j'ai extraites du bloc de l'euphotide d'Odern, dont le feldspath a été analysé ci-dessus.

Pour séparer la magnésie du fer, j'ai précipité deux fois le fer et l'alumine par l'hydrosulfate d'ammoniaque après avoir mis du chlorhydrate d'ammoniaque dans la liqueur : l'alumine a été dosée à l'aide d'une attaque au creuset d'argent, et la liqueur potassique, rendue acide et maintenue en ébullition pendant longtemps avec de l'alcool, a été traitée par l'ammoniaque, qui a précipité l'alumine, ainsi que de l'oxyde chromique. J'ai trouvé pour la composition de ce diallage d'Odern :

Silice.	49,30
Alumine.	5,50
Oxyde chromique.	0,30
Protoxyde de fer.	9,43
Protoxyde de manganèse. .	0,51
Chaux.	15,43
Magnésie.	17,61
Perte au feu.	0,85
	98,93

On voit que ce diallage se rapproche de l'amphibole aussi bien par sa composition chimique que par son clivage : en effet, sa teneur en silice est plus petite que celle d'aucun diallage analysé jusqu'à présent, et sa teneur en alumine est au contraire plus grande; en sorte que sa composition rappelle celle de la hornblende de Nordmark analysée par M. de Bonsdorff (1). L'alumine que j'ai obtenue était du reste bien en combinaison dans le diallage, et ne provenait pas d'un mélange mé-

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch, p. 311.

canique d'amphibole, car je n'ai soumis à l'analyse que des lamelles cristallines paraissant bien homogènes ; je pense qu'il en était de même pour l'oxyde de chrome, bien que le diallage d'Odern n'ait pas la belle couleur verte de la smaragdite et qu'il y ait quelquefois dans le diallage des grains de fer oxydulé chromifère pouvant s'attaquer en partie par la fusion avec du carbonate de potasse.

La teneur en chaux est élevée; par conséquent, le minéral d'Odern ne saurait être rapproché des variétés de pyroxène qu'on désigne sous le nom d'hypersthène, car elles n'ont que peu ou point de chaux ; l'analyse précédente montre au contraire que c'est un diallage ayant une composition très-voisine de celle du diallage du Piémont, analysée par M. Regnault (1), qui provenait également d'une Euphotide ; la teneur en silice est, il est vrai, un peu faible pour un diallage ; mais si l'on admet que 3 atomes d'alumine remplacent 2 atomes de silice, il est facile de voir par le calcul des quantités d'oxygène qu'on retrouve la formule générale $(\dddot{Si})^2(\dot{R})^3$.

Fer oxydulé. Il y a du *fer oxydulé* dans l'euphotide d'Odern, de même que dans la plupart des roches à structure cristalline bien développée, auxquelles on attribue une origine ignée, et qui sont essentiellement formées d'un feldspath du sixième système associé à un silicate de fer, de magnésie ou de chaux, tel que le pyroxène, l'hypersthène, le diallage et l'amphibole ; il est en grains cristallins, que leur éclat métallique fait facilement reconnaître, et qui sont plus particulièrement engagés dans les

(1) Annales des mines, 3e série, t. XIV. — Examen chimique de quelques variétés de diallage, par M. Regnault, p. 149.

lamelles de diallage, dans lesquelles ils se sont développés.

Il y a aussi de la *pyrite de fer.*

Pyrite de fer.

Talc.

L'euphotide renferme presque toujours du *talc*, ainsi que l'a fait observer M. Ch. d'Orbigny (1); dans l'euphotide d'Odern, il est le plus généralement en lamelles microscopiques qui pénètrent les divers minéraux de la roche, en particulier le feldspath, et qui remplissent des fissures dans lesquelles elles rayonnent autour d'un centre; elles ne sont ordinairement visibles qu'après une calcination qui leur donne une couleur brun de bois clair à reflets bronzés, ou après une attaque par l'acide chlorhydrique qui laisse des squelettes de silice ayant conservé la forme du talc, et présentant de petites étoiles blanches à éclat nacré.

Cependant à Odern, on trouve aussi le talc en nodules assez gros, ainsi que je l'ai déjà fait observer pour l'euphotide de Corse (2), et de même que dans cette dernière roche, il est encore associé avec du fer oxydulé.

J'ai analysé ce talc, qui a une structure rayonnée un peu confuse, lui donnant quelque ressemblance avec la pyrophyllite; il est en lamelles cristallines s'entre-croisant et s'enchevêtrant les unes dans les autres, et ayant souvent plus d'un centimètre de longueur: ces lamelles sont translucides, tendres et douces au toucher; elles forment une masse assez compacte qui se laisse couper au couteau comme la stéatite. Elles ont une couleur blanchâtre ou blanc-verdâtre; par l'altération atmosphérique, elles prennent à la surface une

(1) Ch. d'Orbigny. Dictionnaire universel d'histoire naturelle. — Euphotide.

(2) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. VI, p. 554.

couleur jaunâtre; par calcination, elles deviennent brun clair un peu rougeâtre.

L'analyse m'a donné pour la composition de ce talc d'Odern :

Silice.	59,61
Alumine.	0,81
Protoxyde de fer.	3,95
Protoxyde de manganèse. .	0,56
Chaux.	2,88
Magnésie (diff.).	28,41
Perte au feu.	3,78
Somme.	100,00

On voit qu'il se distingue des talcs transparents et bien cristallisés, tels que ceux de l'île de Rhodes (1) et de Greiner, qui peuvent être considérés comme le type de l'espèce minérale, en ce qu'il est plus riche en oxyde de fer, et en ce qu'il contient de la chaux; il renferme même un peu d'alumine, qui remplace sans doute une certaine quantité de silice. Sa perte au feu est du reste toujours de plusieurs centièmes, ainsi que je l'ai constaté antérieurement (1).

Le talc, qui entre si souvent comme élément constituant dans les roches, diffère assez notablement du talc type; en effet, il est plus dur que lui, il a ordinairement une couleur verte plus foncée qui indique une plus grande richesse en fer, et il n'est pas transparent : je suis porté à croire que sa composition doit se rapprocher souvent de celle du talc d'Odern : la composition de ce dernier est d'ailleurs à peu près celle qui a été trouvée par M. Berthier pour le talc du petit Saint-Bernard, et elle se laisse assez bien représenter par la formule déjà trouvée pour le diallage $\dddot{Si}^2 (\dot{R})^3$ (2).

(1) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. III, p. 374.
(2) Rammelsberg Handwörterbuch, p. 189.

Au contact de l'euphotide, le schiste de transition d'Odern se charge quelquefois de lamelles de talc et il y a passage insensible de l'euphotide, tantôt à une espèce de schiste talqueux, tantôt à un schiste serpentineux.

Serpentine.

J'ai observé de la *serpentine* dans toutes les variétés d'euphotide des Vosges; tantôt elle est en filets microscopiques de couleur verte qui s'entrecroisent dans tous les sens, comme si la serpentine avait rempli postérieurement de petites fentes qui se seraient formées irrégulièrement dans la roche; tantôt elle est en nodules qui se sont développés dans le feldspath ou dans le diallage, et qui communiquent entre eux par des fissures remplies de serpentine suivant lesquelles la roche se casse plus facilement; tantôt enfin la serpentine est abondante, et quelquefois même elle devient le minéral dominant : l'euphotide peut alors prendre, comme celle de Tallone (Corse), une structure variolée qui est produite par les cristaux de feldspath disséminés dans la serpentine. Des roches semblables qui doivent être considérées comme des roches de passage, et qui résultent de l'association fréquente de l'euphotide avec la serpentine, ont été observées à Obergrün, ainsi qu'à Siebenlehn, par MM. Naumann et Cotta (1); à Lehrberg, près de Hausdorf en Silésie, par M. L. de Buch; à Nontron, par M. Delanoue; à Vratscha en Serbie, par M. Boué; à Uschkuhl, près d'Annisky dans l'Oural, par M. Kupfer.

Dans les euphotides, et en particulier dans celles qui sont variolées, la serpentine se fond quelquefois d'une manière tellement insensible dans le feldspath, qu'elle semble s'être formée aux dépens

(1) Geognostische Beschreibung des Koenigreichs Sachsen von Naumann und Cotta, t. V, p. 71.

de l'euphotide et par voie de pseudomorphose.

Dans les Vosges, l'euphotide est d'ailleurs toujours soit au contact, soit à une petite distance de la serpentine; mais la réciproque n'a pas lieu, et généralement la serpentine n'y est pas accompagnée d'euphotide.

Carbonate. Un échantillon de l'euphotide d'Odern traité par l'acide chlorhydrique m'a donné une effervescence lente, qui était d'ailleurs très-faible; le carbonate mélangé à la roche n'est donc pas généralement du carbonate de chaux pur. Comme on a trouvé dans la liqueur de l'oxyde de fer, de la chaux et de la magnésie, il est probable que c'est un carbonate complexe contenant ces trois bases; mais en tout cas, dans l'euphotide d'Odern que j'ai analysée, il n'y en a qu'une très-petite quantité.

Minéraux en filons. Indépendamment des minéraux qui viennent d'être décrits, il y en a d'autres qui se trouvent plus particulièrement en filons; je citerai en première ligne le *quartz* amorphe, blanc, opaque, quelquefois à éclat un peu gras qui pénètre fréquemment l'euphotide d'Odern; il y a aussi de la *chaux carbonatée* cristalline blanche nacrée et qui, de même que le quartz, peut se mélanger d'une manière intime à la pâte de la roche et s'intercaler entre ses minéraux; l'euphotide d'Odern contient moins de chaux carbonatée que d'autres euphotides, telles que celles des Alpes, mais on y trouve assez souvent du quartz: accidentellement on y rencontre aussi un peu d'*épidote* et ce minéral est d'ailleurs très-abondant dans certains *gabbro* de l'île d'Elbe (1).

Enfin j'ai encore observé dans l'euphotide d'O-

(1) Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn, 1845. — Der Epidosit eine neue felsart aus der gabbrogeschlechte, von L. Pilla, p. 63.

dern quelques fissures qui étaient tapissées de filaments d'*amiante* soyeuse blanc-verdâtre, et dans lesquels il y avait quelquefois de petits cristaux d'*albite* et d'*axinite* brunâtre.

Je n'ai pas fait de recherches spéciales pour déterminer la composition chimique de la masse de la roche, car cette recherche aurait présenté peu d'intérêt; le caractère minéralogique de l'euphotide est en effet assez variable et à Odern le minéral dominant est tantôt le feldspath, tantôt le diallage et même tantôt la serpentine. **Masse de la roche.**

Les analyses qui précèdent montrent que la teneur en silice du feldspath et du diallage extraits d'un même morceau d'euphotide n'est pas la même et qu'elle peut différer de 6 p. o/o : comme d'ailleurs le feldspath n'est pas toujours le minéral dominant et que d'après ce qui vient d'être dit, le caractère minéralogique de la roche est variable, on conçoit que sa teneur en silice pourra différer assez notablement de celle du feldspath : l'Euphotide s'écarte donc de la loi que j'ai démontrée antérieurement, d'après laquelle les roches feldspathiques sans quartz contenant comme minéraux constituants un feldspath du sixième système et un silicate de fer, de chaux et de magnésie ont une teneur en silice à peu près égale à celle de leur feldspath constituant.

Il semble que la différence entre la teneur en silice du feldspath et du diallage doive être attribuée à ce que la structure cristalline qui est généralement très-développée dans l'euphotide a permis un partage de la silice plus inégal que celui qui a eu lieu dans des roches telles que les Mélaphyres ou les Basaltes dans lesquelles la structure cristalline est au contraire beaucoup moins développée.

On peut remarquer en effet que les granites, qui appartiennent aux roches dans lesquelles la structure cristalline est la plus développée, présentent les plus grandes inégalités dans la teneur en silice de leurs minéraux constituants, puisqu'ils contiennent de la silice libre ou du quartz associé à des minéraux tels que le mica qui sont assez pauvres en silice.

Il résulte des analyses précédentes et de ce qui a été dit sur la composition minéralogique de l'euphotbide, que la teneur en silice de la masse de la roche sera le plus généralement inférieure à celle de son feldspath; l'euphotide du mont Genèvre, dans laquelle Boulanger a trouvé pour la pâte une teneur en silice de 66,6, appartenait donc, ainsi qu'il le fait observer lui-même, à un échantillon qui était anormal (1).

Gisement. Voltz a le premier signalé dans les Vosges l'euphotide d'Odern et depuis elle a été observée par M. E. de Beaumont près de Felleringen (2); lors de la réunion dans les Vosges, en 1847, la Société géologique a visité le gisement d'Odern, et M. Éd. Collomb, qui s'occupe avec beaucoup de zèle de la carte géologique du val Saint-Amarin a reconnu l'euphotide sur différents points du bassin de la Thur.

Au Thalhorn près d'Odern, au sommet du Drumont sur la rive droite de la Thur ainsi qu'à Steinlebach sur la rive gauche, elle est associée à de la serpentine, et il serait bien difficile de tracer une ligne de démarcation précise entre les deux roches. A l'entrée de la forêt de Geishausen, en

(1) Annales des mines, 3e série, t. VIII, p. 163.

(2) Explication de la carte géologique de France, t. I, p. 372.

montant vers le sommet du ballon de Guebwiller, M. Ed. Collomb a trouvé l'euphotide isolée de la serpentine, mais cette dernière roche se montre toutefois à une petite distance.

Dans les divers gisements qui viennent d'être signalés, l'euphotide forme des dykes peu étendus qui sortent du schiste de transition par lequel ils sont le plus généralement presque complétement entourés; mais d'un côté cependant elle est en contact avec le granite. L'euphotide du bassin de la Thur se trouve donc près de la ligne de contact ou à la limite du schiste de transition et du granite.

Diorite du Pont-Jean.

Les minéraux constituants de la *diorite* du Pont-Jean sont essentiellement l'*amphibole* et un *feldspath du sixième système* : cette roche s'observe dans la vallée de la Moselle, au Pont-Jean près de Saint-Maurice (Vosges), au pied du ballon d'Alsace, et aux environs du Thillot, notamment près des anciennes mines.

L'*amphibole* y est très-abondante; elle se sépare souvent en lamelles ayant un centimètre de longueur: elle est quelquefois le minéral dominant de la diorite, et en tout cas elle en est le minéral caractéristique; c'est donc par son étude que je commencerai la description de la roche. **Amphibole.**

Cette amphibole appartient à la variété dite *actinote ;* elle est très-fibreuse, et elle a une très-belle couleur verte, qui ne tire pas sur le noir comme celle de l'amphibole hornblende qu'on trouve dans la plupart des diorites ; elle est plutôt en lamelles allongées qu'en cristaux nettement définis, mais elle a cependant bien la structure

cristalline, car elle se clive sous l'angle de 124°, et en petits fragments elle est translucide.

Sa densité est de. . 3,059.

Par calcination elle prend une couleur brune un peu bronzée.

J'ai trouvé pour la composition chimique de lamelles extraites d'un échantillon du Thillot :

	1°	2°	Moyenne.
Silice.	50,27	49,80	50,04
Alumine.	»	8,95	8,95
Oxyde de chrôme. . . .	»	0,24	0,24
Protoxyde de fer.	»	9,59	9,59
Protoxyde de manganèse.	»	0,20	0,20
Chaux.	11,58	11,37	11,48
Magnésie (diff.)	»	»	18,02
Soude.	0,81	»	0,81
Potasse.	0,08	»	0,08
Perte au feu.	0,59	»	0,59
			100,00

La couleur claire de cette amphibole indique qu'elle doit avoir une faible teneur en fer, et en effet l'analyse précédente montre qu'elle contient seulement les 2/3 de la quantité d'oxyde de fer trouvée dans l'amphibole de la diorite orbiculaire de Corse (1); elle renferme d'ailleurs, comme cette dernière, un peu d'oxyde de chrôme, qui contribue sans doute à lui donner sa belle teinte verte.

Ainsi que cela a lieu pour les amphiboles qui entrent dans la composition des roches, dont j'ai fait connaître l'analyse antérieurement, la silice séparée par l'attaque au carbonate de soude est légèrement colorée par de l'oxyde de fer.

Elle contient d'ailleurs, comme les amphiboles des roches, une proportion notable d'alumine.

(1) Annales de Chimie et de Physique, 3e série, t. XXIV. Sur la Diorite orbiculaire de Corse, par M. A. Delesse.

J'ai trouvé en outre quelques millièmes de soude et de potasse; mais en examinant à la loupe les lamelles soumises à l'analyse, après les avoir calcinées, j'ai reconnu qu'elles n'étaient pas pures et qu'elles étaient intimement pénétrées par une pâte feldspathique, de laquelle il eût été impossible de les séparer.

La composition chimique de l'amphibole du Thillot est à très-peu près la même que celle de l'amphibole de la mine de Kienrud, près de Kongsberg, qui a été analysée par M. Kudernatsch (1).

Feldspath.

Bien qu'au premier abord la diorite du Pont-Jean semble presque entièrement formée d'amphibole, en l'examinant avec soin, on reconnaît que ce minéral est toujours associé à une pâte feldspathique verdâtre, dans laquelle on distingue même des lamelles cristallines striées, caractéristiques d'un *feldspath* du sixième système: d'ailleurs la surface de la roche se kaolinise et elle prend par l'altération atmosphérique une teinte blanchâtre qui révèle l'existence de ces parties feldspathiques et qui met bien en évidence sa structure d'agrégation, qu'il est difficile de distinguer dans la cassure fraîche. On reconnaît ainsi que la roche a tantôt une structure granitoïde à petit grain, et tantôt une structure radiée ou orbiculaire, dans laquelle les rayons blancs formés par les parties feldspathiques ont quelquefois des longueurs inégales et partent d'un centre, ainsi que cela est représenté par la *fig.* ci-contre.



J'ai examiné des lamelles cristallines blanc-verdâtres, à éclat gras et difficilement clivables,

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch, p. 310.

qui avaient été extraites d'un échantillon de la roche que j'ai recueillie au Pont-Jean.

J'ai constaté qu'elles fondent plus facilement que l'amphibole qui vient d'être analysée; c'est d'ailleurs un fait général, et dans les diorites le feldspath est plus fusible que l'amphibole avec laquelle il est associé.

Elles s'attaquent par l'acide sulfurique.

Chauffées au rouge, elles perdent 1,25 p. 100; mais leur perte est de 2,40 à une température plus élevée.

J'ai trouvé pour leur composition :

	1°	2°	3°	Moyenne.
Silice.	53,17	52,92	»	53,05
Alumine.	»	28,66	»	28,66
Oxyde ferreux. . . .	»	0,90	»	0,90
Oxyde manganeux.	traces	»	»	traces
Chaux.	6,17	6,57	»	6,37
Magnésie.	»	1,51	»	1,51
Soude.	»	»	4,12	4,12
Potasse.	»	»	2,80	2,80
Perte au feu.	2,50	2,30	»	2,40
				99,81

La composition chimique de ce feldspath de la diorite diffère peu de celle du feldspath du mélaphyre de Belfahy (1), et par conséquent on doit le considérer comme une variété de labrador.

On peut remarquer que le feldspath de la diorite de Corse, qui a une structure orbiculaire très-bien caractérisée, est un feldspath qui est encore plus pauvre en silice que le précédent : la propriété d'avoir une structure rayonnée ou orbiculaire que j'ai observée également dans une diorite à base

(1) Annales des mines, 3ᵉ série, t. XII, p. 207 à 211.

d'andésite (1), paraît donc appartenir surtout aux feldspaths du sixième système qui sont peu riches en silice.

Dans les roches feldspathiques à deux éléments qui ont pour base un feldspath du sixième système, il y a le plus ordinairement du *fer oxydulé*: j'en ai observé dans la diorite du Pont-Jean, mais en petite quantité ; on peut du reste s'en rendre compte en observant que l'analyse de l'amphibole et la couleur vert clair de la roche montrent que le fer n'y est pas en excès. Ce fer oxydulé est en lamelles microscopiques à structure réticulée présentant quelquefois des triangles équilatéraux ; il a une couleur noire foncée et il est très-peu magnétique ; traité par l'eau régale, il donne un petit résidu brunâtre qui, d'après sa couleur et d'après le faible pouvoir magnétique de ce fer oxydulé, doit être de l'oxyde de titane. MM. de Leonhard et E. de Fourcy ont signalé également la présence du *fer oxydulé titané* dans les diorites d'Oberpfalz, au pied du Bohmerwald (2) et dans celles de la Bretagne (3). Fer oxydulé titané.

La diorite du Pont-Jean contient aussi de la *pyrite de fer*. Pyrite de fer.

Enfin on y trouve les divers minéraux qui se rencontrent disséminés dans toutes les roches auxquelles on attribue une origine ignée ; ainsi l'*épidote* vert-pistache y forme souvent des nodules ou des filons ; plus rarement elle est associée au *quartz*, qu'on n'observe d'ailleurs pas dans la pâte de la diorite : fréquemment on y voit des fissures qui sont tapissées par des lamelles de *chaux carbonatée*, nacrée, d'un blanc très-éclatant. Minéraux disséminés.

(1) Voir plus loin *Diorite de Faymont*, p. 356.

(2) Fon Leonhard. — Charakteristik der felsarten, p. 111.

(3) E. de Fourcy. — Carte géologique des Côtes-du-Nord, p. 64.

Masse de la roche.

L'*amphibole* actinote et le *feldspath* labrador, qui sont les minéraux constituants de la diorite du Pont-Jean, ont leurs cristaux qui se fondent souvent dans une *pâte feldspathique* non cristalline, ayant une couleur verte plus pâle que celle de l'amphibole, mais dont la composition chimique doit être intermédiaire entre celle de l'amphibole et celle du feldspath, sans qu'on puisse la rapporter soit à l'un, soit à l'autre de ces minéraux. Sa composition se rapproche cependant beaucoup de celle du feldspath.

L'*amphibole*, le *feldspath* et la *pâte feldspathique*, associés en proportion très-variable, forment la masse de la roche.

On remarque souvent que le feldspath forme de petites veines disséminées dans la roche. Ainsi que cela a lieu dans l'euphotide d'Odern qui vient d'être décrite, l'*amphibole* et le *feldspath* semblent du reste s'être développés suivant des espèces de stockwerks ou de filons très-irréguliers qui traversent et qui pénètrent la pâte dans tous les sens; il en résulte que la structure d'agrégation de la roche est extrêmement inégale, et c'est une particularité qui est habituelle aux diorites et en général aux roches dans lesquelles il y a beaucoup d'amphibole.

De même que dans toutes les roches à base d'amphibole qui ont peu de fer oxydulé, le pouvoir magnétique de la diorite que nous étudions est très-faible, et pour un échantillon du Pont-Jean, j'ai trouvé qu'il était seulement de... 55 (1).

J'ai déterminé la perte au feu d'un échantillon de diorite qui se trouve en blocs erratiques au haut du Them, entre Servance et Château-Lam-

(1) Annales des mines, 4e série, t. XV. Sur le pouvoir magnétique des roches, § Roches amphiboliques.

bert, et qui provient des gisements des environs du Thillot : il a une belle couleur verte, et il appartient à la variété de diorite qu'on désigne plus généralement sous le nom d'*amphibolite*. J'ai trouvé pour sa perte au feu... 1,54 p. 100.

D'après cela, si l'on admet qu'il soit formé seulement d'amphibole verte et de feldspath verdâtre, ce qui est à peu près vrai, sa structure cristalline étant très-développée, il est facile de calculer, d'après les pertes obtenues pour ces deux minéraux, qu'il contient 53 de *feldspath* et seulement 47 p. o/o d'*amphibole*. Comme la *pâte feldspathique* donne à peu près la même perte que le feldspath, la proportion d'amphibole ne saurait d'ailleurs être bien supérieure à celle qui vient d'être obtenue; d'après l'aspect de la roche, on serait cependant porté à croire que l'amphibole est de beaucoup le minéral dominant.

La couleur verte de la pâte feldspathique paraît du reste lui être donnée, au moins en partie, par une espèce de *chlorite* ou de terre verte qui a la même nuance que l'amphibole; il est très-difficile de la distinguer avant calcination; mais après calcination on reconnaît quelquefois, à l'aide de la loupe, qu'elle forme de petites paillettes brun-clair à éclat bronzé. D'ailleurs, en faisant bouillir un fragment de la roche avec l'acide chlorhydrique, j'ai constaté qu'il se décolorait presque complétement, et que les cristaux d'amphibole restaient inattaqués, se détachant alors d'une manière très-nette; la coloration verte de la pâte était donc due non-seulement à l'amphibole, mais encore à cette espèce de chlorite de laquelle je viens de parler, laquelle est attaquable par les acides.

J'ai fait bouillir un fragment de la diorite du

Pont-Jean avec de l'eau, afin de chasser les bulles d'air qui se trouvaient dans ses pores, puis je l'ai traité par l'acide acétique ; il n'a pas fait d'effervescence; il ne contenait donc pas de carbonate de chaux pur : mais avec l'acide chlorhydrique et avec l'eau régale, j'ai observé une légère effervescence; par conséquent il contenait un peu de *carbonate* à base de fer, et probablement aussi à base de magnésie et de chaux.

L'inégalité que présente la structure d'agrégation de la diorite du Pont-Jean rendait l'analyse de sa masse peu intéressante et même inutile, je ne l'ai donc pas entreprise; d'ailleurs, comme cette roche n'a pas de quartz, et qu'elle ne contient qu'une très-petite proportion des minéraux autres que le *feldspath* et *amphibole*, il en résulte que sa composition chimique dépend surtout des proportions de ces deux minéraux, et par conséquent leurs analyses peuvent être considérées comme deux *limites*, l'une *supérieure*, l'autre *inférieure*, entre lesquelles la composition chimique de la roche sera comprise.

Si l'on compare les analyses de l'*amphibole* et du *feldspath*, il est du reste facile de reconnaître de quelle manière les substances minérales qui entrent dans la roche se sont réparties entre ces deux minéraux.

On voit d'abord que la *silice* s'est partagée à peu près également entre l'amphibole et le feldspath, ainsi que cela a lieu généralement dans les roches sans quartz et à deux éléments qui ont pour base un feldspath du sixième système.

La proportion d'*alumine* qui s'est combinée dans l'amphibole n'est que le tiers de celle qui s'est combinée dans le feldspath.

L'*oxyde de fer* et la *magnésie* se sont fixés

presque entièrement dans l'amphibole, tandis que les *alcalis* se trouvent dans le feldspath.

Quant à la proportion de *chaux* de l'amphibole, elle est à peu près double de celle du feldspath; dans la diorite orbiculaire de Corse, c'est au contraire l'inverse qui a lieu, et le feldspath contient plus de chaux que l'amphibole.

Dans la diorite du Pont-Jean la *perte au feu* de l'amphibole est assez faible, et elle n'est guère que le quart de celle du feldspath : il en est à peu près de même dans l'euphotide d'Odern pour le diallage et pour le feldspath; mais dans le porphyre de Ternuay, qui a été analysé précédemment, nous avons vu que la perte au feu de l'augite était beaucoup plus grande, et qu'elle s'élevait à peu près aux deux tiers de celle du feldspath (1).

Aphanite de Saint-Bresson.

Dans la vallée de Saint-Bresson (Haute-Saône) on trouve une roche qui, ainsi que l'a fait observer M. Thirria, a une apparence homogène lui donnant de la ressemblance avec les roches encore si peu étudiées qu'on désigne dans la minéralogie française et allemande sous les noms d'*aphanite*, *de grünstein*, de *trapps*, etc. (2).

La couleur de cette *aphanite* est d'un vert plus Aphanite.

---

(1) Annales des mines, 4e série, t. XVI, p. 329, et t. XII, p 287 et 293.

(2) Thirria. Statistique de la Haute-Saône, p. 383.

foncé que celui de la diorite du Pont-Jean, et elle tire même un peu sur le gris-noirâtre; à cause de sa couleur on serait d'abord tenté de la regarder comme une variété compacte du mélaphyre et surtout du spilite de Faucogney; mais je n'y ai pas vu d'augite ni de fer oxydulé : d'ailleurs son pouvoir magnétique est trop faible, car j'ai trouvé qu'il n'était que de... 52.

On y observe quelquefois des lamelles microscopiques vert-noirâtres, qui sont un peu fibreuses, et qui paraissent devoir être rapportées à l'amphibole; il y a aussi accidentellement un peu de pyrite de fer et des veinules très-petites qui sont remplies d'épidote vert-pistache, mais généralement elle est bien homogène et elle est formée par une pâte feldspathique grenue, dans laquelle il y a beaucoup de petites stries très-fines entre-croisées en tous sens qui indiquent la présence d'un feldspath du sixième système. En masse cette pâte paraît verte; mais en petites écailles elle est verdâtre et translucide. Par l'altération atmosphérique elle se kaolinise, mais seulement jusqu'à quelques millimètres de la surface; elle prend alors une couleur blanchâtre parsemée de quelques points verts; ce qui montre que le feldspath ou du moins la pâte feldspathique en est l'élément dominant.

Cette roche est extraordinairement tenace, et il est très-difficile de la casser avec le marteau.

J'ai fait bouillir un fragment de l'aphanite de Saint-Bresson avec de l'eau, afin de chasser l'air renfermé dans ses pores, et j'ai constaté qu'avec l'acide acétique il ne fait pas d'effervescence; avec l'eau régale bouillante, il en donne une qui est beaucoup plus faible que celle des autres roches décrites précédemment, et qui, de même que

pour ces dernières, a lieu seulement dans certaines parties du fragment.

Quand on la fait bouillir avee un acide, elle se décolore un peu à la surface; mais beaucoup moins que la diorite du Pont-Jean; on y observe alors des points verts qui ont résisté à l'acide et qui doivent sans doute être rapportés à l'amphibole.

L'aphanite de Saint-Bresson fond facilement à la température du four de verrerie et elle donne un verre ressemblant à l'obsidienne et d'une dureté à peu près égale à celle du feldspath : il est homogène, compacte, à cassure bien conchoïde; en masse il est opaque, d'un beau noir, mais en esquilles, il est translucide et d'un brun tirant légèrement sur le rouge. Dans un creuset brasqué elle donne un culot de fonte blanche, lamelleuse et très-cristalline, qui doit contenir du manganèse, et une scorie d'un vert-bouteille rayant le verre, et qui est très-bulleuse à sa partie supérieure.

J'ai fait l'essai d'un échantillon que j'ai pris sur la droite de l'affluent du Breuchin, entre l'église de Saint-Bresson et le hameau de la Broche.

Sa densité est de 2,968. Densité.

J'ai trouvé pour sa composition : Analyse.

Silice.	46,83
Alumine et peroxyde de fer.	30,33
Protoxyde de manganèse. .	traces.
Chaux.	9,55
Magnésie (diff.).	6,86
Soude.	3,57
Potasse.	0,87
Perte au feu.	1,99
Somme.	100,00

Pour séparer l'alumine et l'oxyde de fer de la magnésie, j'ai employé l'hydrosulfate d'ammo-

niaque après avoir mis du chlorhydrate d'ammoniaque dans la liqueur : je n'ai d'ailleurs pas dosé exactement l'oxyde de fer ; mais, d'après un essai, j'estime qu'il n'y en a pas moins de 10 p. o/o.

J'ai constaté par une expérience spéciale, en versant, dans la dissolution contenant les bases, de l'ammoniaque, puis de l'oxalate d'ammoniaque, pour séparer l'alumine, le fer et la chaux, en évaporant ensuite à sec les sulfates magnésiques et alcalins, puis dosant leur acide sulfurique, qu'il y avait dans la roche au moins 6,98 p. o/o de magnésie ; ce nombre obtenu pour la magnésie est encore supérieur à celui 6,86 p. o/o que j'ai trouvé par différence ; par conséquent on ne doit pas craindre que ce dernier soit trop élevé.

L'analyse qui précède montre que l'*aphanite* de Saint-Bresson a une très-faible teneur en silice. Il m'a paru, d'après cela, qu'elle ne devait pas être regardée comme une variété du spilite de Faucogney, dont elle a à peu près la densité et la teneur en alcalis, et auquel elle ressemble d'ailleurs beaucoup (1).

Si elle est pauvre en silice, elle est riche en bases ; ainsi elle contient beaucoup d'oxyde de fer, de chaux et de magnésie ; mais elle renferme cependant peu d'alumine et d'alcalis. C'est sans doute cette dernière particularité de la composition chimique de la roche qui a entravé le développement des cristaux de feldspath.

J'ai eu l'occasion de faire remarquer antérieurement que l'oxyde de fer est combiné d'une manière très-intime avec la silice dans certains silicates, parmi lesquels on peut surtout citer

---

(1) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 243-245.

l'amphibole et l'augite (1) : il en résulte que la silice séparée par le procédé ordinaire, après fusion de ces minéraux dans un fourneau de calcination avec trois ou quatre fois leur poids de carbonate de soude, n'est pas parfaitement blanche, mais qu'elle est encore très-légèrement colorée par de l'oxyde de fer : comme dans l'attaque de l'aphanite de Saint-Bresson par le carbonate de soude, la silice séparée était bien blanche, je pense qu'on doit conclure de ce fait seul, que la roche n'est pas formée principalement d'amphibole compacte, comme on pourrait être tenté de le croire d'après son aspect ; c'est d'ailleurs ce qui résulte aussi de son analyse et de son mode de kaolinisation.

Cette remarque me paraît même applicable à la pâte des mélaphyres que j'ai analysés antérieurement. J'ai constaté en effet que cette pâte donne également de la silice bien blanche. De plus, quand on met un fragment du mélaphyre de Belfahy dans l'acide chlorhydrique, il s'attaque et même il se décolore presque complétement, en laissant au contraire inattaqués les cristaux d'augite, qui se distinguent alors très-bien de la pâte par leur couleur noire : or cela n'aurait pas lieu si cette pâte devait sa couleur verte à un mélange intime d'amphibole ou d'augite (2).

Quoique l'aphanite de Saint-Bresson soit pauvre en alcalis, elle n'est donc pas formée essentiellement d'amphibole qui lui donnerait seule sa couleur verte ; mais on doit la regarder comme formée surtout par une pâte feldspathique verdâtre à

---

(1) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 292.

(2) Bulletin de la Société géologique, t. VI, 2e série, p. 633.

laquelle il serait d'ailleurs difficile de donner le nom d'un minéral défini.

La diorite du Pont-Jean est parmi les roches des Vosges celle de laquelle elle se rapproche le plus par sa composition chimique; on pourrait peut-être la considérer comme une variété de cette roche, qui se serait à peu près réduite à la pâte feldspathique, mais elle en diffère cependant en ce que sa pâte feldspathique se décolore beaucoup plus difficilement par les acides, et aussi en ce que les cristaux d'amphibole et de feldspath ne se sont jamais séparés d'une manière nette.

Gisement. La roche que je viens de décrire se présente avec des caractères bien constants dans la vallée de Saint-Bresson ; quand on va de Saint-Bresson vers le hameau des Aubeux ou à l'étang des Grillots, on la trouve surmontée par des lambeaux bouleversés de grès vosgien ; elle perce plusieurs fois le granite dans la vallée de Saint-Bresson, et, comme l'a fait observer M. Thirria, elle se trouve aussi en contact avec le schiste de transition.

Tantôt elle se fond presque insensiblement dans la pâte du granite; tantôt, au contraire, elle en est séparée d'une manière nette.

Métamorphisme du granite. Derrière l'église de Saint-Bresson on peut très-bien observer la ligne de séparation de l'*aphanite* et du *granite* on reconnaît que des phénomènes très-curieux de *métamorphisme* se sont produits dans le *granite* : en effet, à quelque distance de l'*aphanite*, le *granite* est porphyroïde et amphibolique; il a une couleur grise; il est formé de beaucoup d'orthose blanc-grisâtre, d'un peu d'andésite verdâtre ou rougeâtre, de mica brun-tombac et de quelques lamelles de hornblende noirâtre; il n'a que peu ou point de quartz:

mais à mesure qu'on se rapproche de la ligne de contact, son grain diminue et il se change en une *roche pétrosiliceuse* d'un gris sombre, dans laquelle on observe seulement les paillettes de mica, puis le mica lui-même disparaît, la couleur de la roche change et devient verte : on a alors l'*aphanite* que nous avons décrite.

Il y a donc passage de l'*aphanite* au *granite*; mais ce passage est assez brusque, car les deux types bien caractérisés des deux roches se retrouvent à une distance de 50 centimètres ; aussi est-il très-facile de suivre leur ligne de contact sur le terrain.

Quoique le métamorphisme produit dans le *granite* ne s'étende qu'à une petite distance, il n'en est pas moins très-net, et par ce motif son étude chimique m'a paru présenter de l'intérêt; en conséquence j'ai fait l'essai de la *roche pétrosiliceuse* gris sombre avec mica qui se trouve à la séparation de l'*aphanite* et du *granite*, et qui est seulement a quelques centimètres de ce dernier.

Fondue dans un creuset brasqué à la température du four de verrerie, cette *roche pétrosiliceuse* donne quelque grenailles de fonte et une scorie homogène très-légèrement bulleuse, d'une couleur plus foncée que celle du verre de bouteille, et d'une dureté supérieure à celle du feldspath.

J'ai trouvé pour la composition de cette *roche pétrosiliceuse* :

Silice	63,80
Alumine et un peu d'oxyde de fer	18,67
Chaux	2,25
Magnésie, alcalis, eau et perte (diff.)	15,28
Somme	100,00

Afin de savoir si l'*aphanite* n'avait pas été modifiée elle-même par le *granite* avec lequel elle

se trouve en contact, j'en ai pris un échantillon à la distance de 3 décimètres de la *roche pétrosiliceuse* et micacée : il était parfaitement semblable d'aspect à celui dont j'ai donné l'analyse ci-dessus, et son essai m'a démontré qu'il avait aussi à très-peu près la même composition, car sa teneur en *silice* était de 46,47 p. o/o, et il contenait 7,57 p. o/o de *chaux*.

Il est facile maintenant d'apprécier les modifications que présente la composition chimique du *granite* à mesure qu'on s'approche de sa ligne de contact avec l'*aphanite*.

En effet on voit d'abord, d'après la composition chimique de la *roche pétrosiliceuse*, et surtout d'après sa teneur en silice, que cette roche se rapproche beaucoup plus du *granite* que de l'*aphanite*; on doit donc la regarder comme un granite modifié : d'un autre côté la teneur en silice de 63,80 de la *roche pétrosiliceuse* est plus petite que celle que j'ai trouvée pour les granites porphyroïdes et amphiboliques des Vosges : le granite porphyroïde et amphibolique de la Rochote, qui ne diffère pas de celui de Saint-Bresson, et qui en est peu éloigné, contient en effet 68,50 de silice et seulement 1,29 de chaux; au contact de l'*aphanite* il y a donc eu diminution dans la quantité de silice qui se trouvait dans l'unité de poids du *granite*. Cette diminution peut s'expliquer par un accroissement de bases : et l'on conçoit, d'ailleurs, dans l'hypothèse très-probable d'une origine et d'une action ignée, qu'une roche aussi basique que l'*aphanite*, se trouvant fluide au contact du *granite*, a pu le ramollir et le dissoudre par l'action de ses bases; c'est ce qui a donné lieu à la *roche pétrosiliceuse* micacée.

On peut remarquer du reste que la teneur en chaux de la *roche pétrosilicense* est plus grande que

celle du granite porphyroïde de la Rochote, quoique ce dernier contienne un peu d'amphibole comme celui de Saint-Bresson ; il est donc probable qu'il y a eu passage de la chaux de l'*aphanite* dans le *granite*, et si l'*aphanite* au contact du *granite* est de quelques centièmes moins riche en chaux que l'*aphanite* normale dont j'ai donné l'analyse antérieurement, cela tient sans doute à ce qu'elle s'est appauvrie en chaux dans celles de ses parties qui sont près de la ligne de contact, et à ce qu'un peu de cette chaux est entrée en dissolution dans la pâte du *granite*.

On conçoit que ce qui a eu lieu pour la chaux a dû avoir lieu pour les bases à 1 atome, telles que la magnésie et le protoxyde de fer, qui sont en plus grande quantité dans l'*aphanite* que dans le *granite*. D'un autre côté, l'inverse a pu se produire aussi pour les bases qui sont au contraire en plus grande quantité dans le *granite*.

Il importe d'ailleurs de remarquer que des phénomènes de pseudomorphose et de décomposition analogues à ceux par lesquels M. Bischof (1) explique le métamorphisme observé au contact du basalte avec les roches encaissantes, ont pu s'ajouter à l'action ignée, et contribuer au *métamorphisme* qui vient d'être décrit.

En résumé, il est constant, d'après ce qui précède, qu'au contact de l'*aphanite* et du *granite* il s'est produit un *métamorphisme*, qui dans le *granite* consiste en une double modification, l'une dans sa composition minéralogique, l'autre dans sa composition chimique.

La première résulte de l'examen de la roche

---

(1) Bischof. Lehrbuch der Chemischen und Physikalishen Geologie, t. II, p. 752.

sur les lieux; il montre qu'à mesure qu'on se rapproche de l'*aphanite*, les minéraux du *granite* sont moins distincts, et qu'ils finissent même par disparaître, à l'exception peut-être du mica, en sorte que le *granite* passe bientôt à une *roche pétrosiliceuse*.

La deuxième résulte des analyses qui précèdent, desquelles on peut conclure qu'il s'est établi un échange mutuel entre les deux roches, tendant à répartir plus également les substances qui les composaient, et à établir entre elles une sorte d'équilibre chimique; par suite la pâte du *granite* s'est appauvrie en silice, et elle s'est au contraire enrichie en chaux et en bases se trouvant en plus grande quantité dans l'*aphanite*.

Diorite de Faymont.

Dans les travaux de la route de Courupt au Girmont, près de Faymont, dans le val d'Ajol (Vosges), MM. Hogard et Mareine ont découvert une belle variété de *diorite* granitoïde.

Sa structure est remarquablement irrégulière, ainsi que cela a lieu généralement dans les diorites, et un même échantillon réunit souvent des cristaux de plusieurs centimètres avec des cristaux microscopiques; elle n'a cependant pas de pâte, et tous ses minéraux sont cristallisés et définis. Sous ce rapport, elle diffère donc beaucoup de la diorite du Pont-Jean, mais elle en diffère surtout par sa composition minéralogique.

Quartz. En effet, on y trouve beaucoup de *quartz*, qui est blanc et transparent; il s'observe principalement en filons, dans lesquels il est surtout associé avec le feldspath; mais il est aussi répandu en grains dans toute la roche. Son mode de gisement paraît

analogue à celui du quartz de la diorite de Reschewsk observée par MM. Hermann et G. Rose(1).

Le *feldspath* appartient au sixième système; il est en cristaux, quelquefois assez gros, qui sont blancs légèrement jaunâtres; quelquefois ils deviennent un peu rougeâtres par l'altération atmosphérique à laquelle ils résistent cependant beaucoup mieux que l'andésite de la syénite du ballon d'Alsace. Dans les parties de la roche à structure grenue et riches en hornblende, ces cristaux disposés en rayonnant autour d'un centre forment, comme dans la *fig.* ci-contre, des étoiles blanches ayant environ 1 centimètre de diamètre, qui se détachent sur un fond noir. La structure rayonnée et orbiculaire est d'ailleurs fréquente dans les diorites, surtout lorsque leur feldspath n'a pas une teneur en silice supérieure à celle de l'andésite. **Feldspath.**



Quoique le feldspath de la diorite de Faymont me présentât l'éclat gras et tous les caractères de l'andésite, j'en ai fait un essai, afin de savoir d'une manière certaine à quelle variété il devait être rapporté.

J'ai trouvé qu'il contenait :

Silice.	59,38
Alumine et traces d'oxyde de fer. .	25,57
Chaux.	6,50
Soude et potasse (diff.)..	7,30
Perte au feu.	1,25
Somme.	100,00

Le feldspath de la diorite de Faymont est donc de l'*andésite*, et de plus sa composition chimique diffère peu de celle de l'andésite blanche de la syénite du ballon d'Alsace (2).

(1) G. Rose. Reise nach Ural, t. I, p. 145,
(2) Annales des mines, 4e série, t. XIII, p. 675.

La hornblende qui vient d'être analysée a une composition chimique qui est à très-peu près celle qui a été trouvée par Arfedson pour une hornblende du Groënland(1).

Dans une *diorite granitoïde* et avec quartz, comme celle de Faymont, il n'y a d'ailleurs pas lieu de rechercher, ainsi que je l'ai fait pour la diorite du pont Jean, de quelle manière les substances qui composent la roche se sont réparties entre le *feldspath* et la *hornblende;* car dans les roches très-cristallines, telles que les diorites et les roches granitoïdes en général, cette répartition ne paraît pas généralement avoir eu lieu suivant des lois simples.

Mica. Un *mica* noirâtre est associé à la hornblende, et il devient même plus abondant que cette dernière dans des filons mal définis ou dans des nodules qu'on observe dans la partie de la route la plus rapprochée de Courupt. Par une altération prolongée à l'air, ce mica prend une couleur de bronze pâle, qui se rapproche alors de celle que prend aussi, par décomposition, le mica blanc d'argent de la Pegmatite.

Sphène. La diorite de Faymont renferme quelques veinules de *pyrite de fer* et un peu de *fer oxydulé* : elle contient encore des cristaux aplatis de *sphène* bruns, ayant quelquefois plus d'un centimètre de longueur. Le sphène a été observé par M. de Leonhard dans la diorite schistoïde (2), et par M. Breithaupt, dans une variété de diorite du Hühnberg, dans le Thuringerwald (3) : M. G. Rose a également signalé des cristaux de sphène dans la diorite

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch, p. 311.

(2) Fon Leonard. Charakteristik der felsarten, p. 405.

(3) B. Cotta. Leitfaden und vade mecum, p. 152.

à gros grains de la Wiazka (1); il a constaté de plus que diverses diorites de l'Oural fondues dans un creuset brasqué donnaient un peu de titane métallique : quoique le titane ne se trouve qu'en petite quantité dans les diorites, sa présence y est donc fréquente, et, ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, il peut d'ailleurs y être à l'état de fer titané.

Gisement.

La *diorite* que je viens de décrire s'observe derrière Faymont, à la côte d'Agnal et sur quelques points du val d'Ajol.

Derrière Faymont, elle forme des filons très-irréguliers ou des nodules se fondant en quelque sorte dans un granite gneisique à petits grains, qui prend une structure schisteuse à mesure qu'on se rapproche de Courupt : ce granite gneisique a été décrit par M. Hogard (2). M. de Leonhard a déjà signalé des gisements semblables au précédent et dans lesquels la diorite est répandue en nodules dans le micaschiste (3).

A Faymont, le mica qui accompagne la hornblende et qui se trouve dans les nodules ne paraît d'ailleurs pas différer de celui qu'on observe dans le granite gneisique.

Les diorites jouent un rôle très-important dans la géologie des Vosges, et j'aurai l'occasion de revenir encore sur leur description; mais parmi ces roches la diorite de Faymont est une des mieux caractérisées, et elle se distingue de toutes les autres par la présence de grands cristaux de sphène.

---

(1) G R. Reise nach Ural, t. II, p. 564.

(2) Hogard. Esquisse géologique du val d'Ajol, p. 12 et suivantes.

(3) Fon Leonhard. Id., p. 181 et 116.

Porphyre de Schirmeck.

Le calcaire de la grande carrière au N.-O. de Schirmeck, est traversé par un filon de porphyre dont le gisement, ainsi que la composition minéralogique, sont très-simples.

MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont décrit ce porphyre, qui forme un filon très-bien caractérisé de 6 à 8 mètres de puissance, dirigé du N. 30° O. au S. 30° E.; il coupe, sans les altérer, les couches d'un calcaire dévonien gris-bleuâtre, avec débris de crinoïdes et de polypiers, dirigées de l'O. 30° S. à l'E. 30° N., et plongeant d'environ 60° au S. 30° E. (1). A la partie supérieure de la carrière, ce calcaire perd peu à peu sa stratification pour prendre des fissures disposées horizontalement, et il se transforme en une dolomie caverneuse (2).

J'ai fait quelques recherches sur la composition de ce porphyre de Schirmeck qui, indépendamment des minéraux accessoires qu'on rencontre dans les porphyres en général, est essentiellement formé de *pâte feldspathique*, de *feldspath* et d'un peu de *mica*.

Feldspath. Le *feldspath* est en lamelles parallélogrammiques allongées et striées, qui montrent qu'il appartient au sixième système. Il est légèrement verdâtre, à éclat un peu nacré; par l'altération atmosphérique il se *rubéfie;* par calcination il devient blanc de lait, et on peut alors en séparer facilement toutes les parties étrangères.

---

(1) Explication de la carte géologique de France. Dufrénoy et Élie de Beaumont, t. I, p. 322 et 342.

(2) Bulletin de la Société géologique, 1re série, t. VI, p. 43.

Sa densité est de... 2,686 : elle est supérieure à la densité de l'albite, mais elle est inférieure à celle de l'andésite.

J'ai fait un essai du feldspath purifié, ainsi qu'il vient d'être dit, et j'ai trouvé qu'il contenait :

Silice	65,74
Alumine et peroxyde de fer	18,49
Chaux	4,17
Soude, potasse et magnésie (diff.)	10,60
Perte au feu	1,00
Somme	100,00

La teneur en silice de ce feldspath est élevée, et elle n'est inférieure que de 2,20 à celle du péri-klin de Zoeblitz, analysé par Ch. Gmelin (1); mais d'un autre côté sa teneur en chaux est très-grande, eu égard à sa teneur en silice; par conséquent ce feldspath ne peut pas être rapporté à une variété d'albite, car l'albite ne contient que quelques millièmes de chaux : d'après sa densité, il ne peut d'ailleurs être rapporté ni à l'albite ni à l'andésite; je pense donc qu'on doit le regarder comme un *oligoclase* dans lequel la silice remplacerait probablement une certaine quantité d'alumine.

Comme la roche encaissante du porphyre est un calcaire, il n'est pas impossible qu'on ne doive attribuer à son influence la grande richesse en chaux de cet oligoclase. Il sera du reste établi par ce qui va suivre qu'il a pu y avoir mélange d'une petite quantité de carbonate de chaux dans le feldspath.

Le *mica* (2), qui est en paillettes vertes disséminées dans la roche, est généralement peu abondant; il ressemble au mica de la protogine dont il doit avoir à peu près la composition. Mica.

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch, p. 13.
(2) Explication de la carte géologique, t. I, p. 342.

Pâte feldspathique.

Dans les parties du porphyre de Schirmeck exposées à l'action de l'air, les cristaux d'oligoclase se kaolinisent les premiers, et leur couleur blanche se détachant sur un fond rougeâtre ou brunâtre met bien la structure porphyrique de la roche en évidence; cette structure apparaît encore très-bien quand on fait bouillir la roche avec un acide, ou quand ou la calcine : on reconnaît alors facilement que ces cristaux sont entourés par une *pâte* non cristalline, compacte, à éclat gras et cireux, qui fond assez difficilement (1); elle a une couleur généralement un peu plus foncée que celle des lamelles d'oligoclase, et bien qu'elle soit verte et opaque lorsqu'elle est en masse, en petits éclats elle est verdâtre et translucide; elle se rubéfie et elle se kaolinise à la manière du feldspath, aussi je la désignerai sous le nom de *pâte feldspathique*.

Cette *pâte* fait avec l'acide acétique une légère effervescence, qui montre que dans certaines parties elle est mélangée d'un peu de carbonate de chaux; traitée ensuite par l'acide chlorhydrique, elle fait encore une effervescence qui est même plus vive que pour les roches qui viennent d'être décrites : il paraît donc que les infiltrations du carbonate de chaux qui forme la roche encaissante du porphyre, ont contribué à y augmenter la quantité de carbonates mélangés.

D'après des recherches que j'ai faites antérieurement, la teneur en silice de la *pâte feldspathique* doit être à peu près égale à celle de l'oligoclase qui y a cristallisé.

Masse de la roche.

Comme d'ailleurs la *pâte feldspathique* et l'*oligoclase* constituent presque entièrement la roche,

(1) Hogard. Aperçu de la constitution minéralogique et géologique du département des Vosges, 1845, p. 77.

il en résulte que la teneur en silice du porphyre de Schirmeck est aussi à peu près égale à celle qui a été trouvée pour son oligoclase.

Gisement.

MM. Rozet et Hogard (1), qui ont décrit la grande carrière de Schirmeck, font remarquer que le porphyre a empâté des morceaux de calcaire et qu'il a pénétré dans ce calcaire en se moulant dans ses anfractuosités comme aurait pu le faire une matière liquide.

Aux fours à chaux qui sont au-dessus du village des Minières, près de Framont, j'ai trouvé un porphyre à base d'oligoclase identique à celui de la grande carrière de Schirmeck qui vient d'être décrit, et aux Minières de même qu'à Schirmeck ce porphyre est associé à une dolomie caverneuse et bréchiforme qui sert à faire de la chaux hydraulique de bonne qualité : cette dolomie renferme quelquefois du fer oligiste et elle empâte aussi des fragments de porphyre et de granite (2).

MM. Fournet, Thiollière et Sauvaneau (3) ont observé à Rochecardon et à Francheville une roche qui pénètre un micaschiste, et qui de même que celle que nous venons d'étudier est formée d'oligoclase et de mica; cette roche a d'ailleurs une structure cristalline beaucoup plus développée que le porphyre de Schirmeck et l'oligoclase y est en gros cristaux blancs, à éclat vitreux, qui sont associés à du mica brun-noirâtre. D'après une analyse de M. Damour, cet oligoclase a une teneur en

(1) Rozet. Description de la région ancienne de la chaîne des Vosges, p 74. — Hogard. Aperçu, etc., p. 77. Cartes, croquis et coupes, 1846, pl. 15, fig. 7.

(2) Bulletin de la Société géologique, 1re série, t. VI, p. 44.

(3) Drian. — Minéralogie et pétralogie, p. 287-291.

silice de 61,15, et, bien que sa roche encaissante soit un micaschiste, il renferme aussi une grande quantité de chaux qui ne s'élève pas à moins de 5,16.

M. de Buch a également signalé une roche d'oligoclase qui pénètre le gneiss d'Itterby, près de Stockholm, et son oligoclase, analysé par Berzélius (1), a une composition peu différente de celui de Francheville.

J'ai encore observé des roches à base d'oligoclase sur plusieurs autres points des Vosges, mais comme elles diffèrent beaucoup de celle de Schirmeck par leurs caractères ainsi que par leur gisement, j'en ferai l'objet d'une description spéciale.

(*La suite prochainement.*)

N. Les géologues et les minéralogistes qui désireraient avoir des collections de roches présentant les différents *types* décrits ou à décrire dans mes *Mémoires sur la constitution minéralogique et chimique des Vosges*, pourront s'adresser à M. *Mareine* (*Alexis*), *conducteur des ponts-et-chaussées, à Remiremont* (*Vosges*). M. Mareine, qui est l'un des explorateurs les plus zélés des montagnes des Vosges, dont la géologie lui doit plusieurs découvertes intéressantes, m'a souvent accompagné dans mes excursions géologiques, et il a formé de nombreuses collections renfermant tous les types des roches que j'ai analysées. Il livre ses collections, qui ne laissent rien à désirer sous le rapport de l'exactitude du gisement et du beau choix des échantillons, au prix extrêmement modique de 30 fr. le 100, ou de 0f,50 pour chaque échantillon choisi.

---

(1) Rammelsberg Handwœrterbuch. — Natronspodumen.

SUR LE POUVOIR MAGNÉTIQUE

Des verres provenant de la fusion des roches ;

Par M. A. DELESSE, Ingénieur des mines (a).

J'ai fait fondre diverses roches, en les soumettant pendant dix-huit heures à la température d'un four de verrerie (*b*), et j'ai déterminé le pouvoir magnétique du *verre* qui se formait, afin de le comparer à celui de la *roche* elle-même.

J'ai employé pour la détermination du pouvoir magnétique de ce verre le procédé déjà décrit (*c*), et j'ai obtenu les résultats suivants :

(*a*) Voir Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 81.—*Id.*, p. 419, et t. XV, p. 497.

(*b*) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. IV, p. 1380.—Recherches sur les verres provenant de la fusion des roches.

(*c*) Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 429.

NUMÉROS.	DÉSIGNATION DE LA ROCHE VITRIFIÉE.	COULEUR DU VERRE PULVÉRISÉ.	POUVOIR MAGNÉTIQUE.
	ROCHES GRANITOÏDES.		
1	*Granite* (7)* à grain fin.— De Saint-Brieux.	Brun-noirâtre.	900
2	*Granite* (3) à grain fin. . . . — De Vire.	*Id.*	800
3	*Granite* porphyroïde (6) à grain moyen. — De Flamanville.	Blanc très-légèrement verdâtre.	35
4	*Granite* (2) à grain fin ; riche en quartz, avec orthose blanc, andésite rougeâtre et un peu de mica noir.—Du Tholy (Vosges).	*Id.*	30
5	*Granite syénitique* (11) avec quartz, orthose rouge, andésite et hornblende. — De Coravilliers (Haute-Saône).	Vert légèrement brunâtre.	60
6	*Syénite* porphyroïde, sans quartz visible, avec orthose blanc, andésite rouge et hornblende.—De St-Bresson (Hte-Saône).	*Id.*	60
7	*Porphyre quartzifère* (13) à pâte blanchâtre, avec cristaux dodécaèdres de quartz, lamelles d'orthose et un peu de mica vert foncé.—De Montreuillon (Nièvre).	Blanc un peu verdâtre.	30
	ROCHES PORPHYRIQUES.		
8	*Porphyre* (15) d'un brun foncé, servant à la confection des mortiers.—D'Elfdalen.	Brun-noirâtre.	700
9	*Porphyre* (20) à base de feldspath andésite, avec un peu de fer oxydulé. — De Chagey (Haute-Saône).	*Id.*	155
10	*Euphotide* à grands cristaux de feldspath et de diallage, avec un peu de fer oxydulé. . . . .— Du mont Genèvre.	Verdâtre.	150
11	*Roche porphyrique* (19) à base de periklin, avec quartz et un peu de mica; du terrain de transition. —D'Auxelles-Haut (Haut-Rhin).	Vert clair.	30
12	*Minette* brun-foncé, d'un filon de 50 centimètres d'épaisseur qui traverse la syénite. — Au sommet du ballon d'Alsace.	Brun clair.	30
13	*Variolite* (25) à pâte vert clair. — De la Durance.	Gris-verdâtre.	20

* Les numéros entre parenthèses qui suivent la désignation de la plus grande partie de ces roches sont ceux qu'elles ont dans le tableau faisant connaître leur variation de densité quand elles passent de l'état cristallin à l'état vitreux. — Voir Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. IV, p. 1380.

NUMÉROS.	DÉSIGNATION DE LA ROCHE VITRIFIÉE.	COULEUR DU VERRE PULVÉRISÉ.	POUVOIR MAGNÉTIQUE.
	ROCHES VOLCANIQUES.		
14	*Lave* (37) noir foncé, légèrement celluleuse. — De la coulée de 1845 à l'Hécla.	Noire.	3.080
15	*Porphyre* (35) à base de labrador, avec amygdaloïdes de quartz. — D'Oberstein.	Brun-noirâtre.	210
16	*Lave* (31) brun-marron pâle, un peu celluleuse, avec cristaux d'anorthite et quelques grains de péridot vert-olive. — De la base de l'Hécla.	Brune.	80
17	*Obsidienne* (39) noire, vitreuse, compacte et bien caractérisée. . . — De l'Hécla.	Gris-blanchâtre.	40
	PRODUITS D'ART.		
18	*Laitier* vert olive foncé, à cassure conchoïde. Des hauts-fourneaux de Fallon (Haute-Saône).	Blanc-verdâtre.	240
19	*Laitier* vert-olive foncé. Des hauts-fourneaux de Villersexel (Haute-Saône).	*Id.*	200
20	*Verre* de bouteille, vert foncé.	Blanchâtre.	15

Dans les *roches granitoïdes* le pouvoir magnétique des verres peut être supérieur à celui de la roche; ainsi qu'il était facile de le prévoir, il est d'autant plus grand qu'une roche granitoïde contient plus d'oxyde de fer, ou que la couleur de son verre est plus foncée; c'est ce qu'on voit par le tableau précédent. Les verres des *granites*, (1) et (2), de Saint-Brieux et de Vire, dans lesquels il y a de la pinite et beaucoup de mica, et qui sont par conséquent riches en oxyde de fer, ont un pouvoir magnétique très-élevé; tandis que le pouvoir des roches granitoïdes pauvres en mica, telles que (3), (4) et (7), est au contraire peu élevé; cependant, indépendamment de la richesse en oxyde de fer, la composition chimique influe aussi très-notablement sur le pouvoir magné-

Roches granitoïdes.

Granite.

Syénite. tique d'un verre, car le pouvoir des *syénites* (6) et (7) est beaucoup plus petit que celui des granites (1) et (2), quoique la richesse en oxyde de fer de ces roches soit à peu près la même.

Roches porphyriques. Dans les *roches porphyriques* sans fer oxydulé le pouvoir magnétique du verre a généralement été trouvé supérieur à celui de la roche; ainsi les pouvoirs des verres du *porphyre* d'Elfdalen (8), de la *roche à base de périkline* d'Auxelles (11), ainsi que de la *minette* (12), sont supérieurs aux pouvoirs magnétiques de ces mêmes roches. Mais l'inverse peut aussi avoir lieu; car, pour la *variolite* (13), le pouvoir du verre n'est guère que le tiers de celui de la roche, et cela a lieu surtout pour les roches porphyriques qui contiennent du fer oxydulé : en effet, le pouvoir du *porphyre* de Chagey (9) est de... 475, et celui de l'*euphotide* (10) est de... 210, c'est-à-dire à peu près 4 fois plus grand que celui du verre de l'euphotide.

Roches volcaniques. Pour les *roches volcaniques* qui ont été essayées, j'ai trouvé que le pouvoir magnétique du verre est tantôt plus grand et tantôt plus petit que celui de la roche : ainsi le pouvoir du verre de la *lave* de l'Hécla (14) est de... 3.080, c'est-à-dire à peu près quadruple du pouvoir de cette lave, qui n'est que de... 765; le pouvoir... 210 du verre du *porphyre* amygdaloïde d'Oberstein (15) est encore plus que double de celui de la roche, qui est de... 93; mais le pouvoir... 80 du verre de la *lave* de l'Hécla (16) n'est au contraire que le 1/7 de celui de la roche.

Obsidienne. Le pouvoir magnétique du verre de l'*obsidienne* (17) est d'ailleurs de 40, et, ainsi qu'il était facile de le prévoir, il diffère très-peu de celui de la roche elle-même, qui est égal à... 50.

Les *laitiers* des hauts-fourneaux ont un pouvoir magnétique assez élevé, quoique leur teneur en fer ne soit que de quelques centièmes; ce pouvoir est en effet supérieur à celui des verres provenant de la fusion de plusieurs roches qui sont cependant plus riches en fer. J'ai obtenu pour le *laitier* vert-olive du haut-fourneau de Fallon (18) un pouvoir magnétique de... 240, et pour le *laitier* du haut-fourneau de Villersexel (19) un pouvoir magnétique de... 200. Produits d'arts. Laitier.

J'ai déterminé également le pouvoir magnétique du *verre de bouteille* ordinaire (20), afin de le comparer à celui des verres qui précèdent, et j'ai trouvé qu'il est égal à... 15; il est donc beaucoup plus faible que le pouvoir magnétique de tous les verres provenant de la fusion des roches. Verre de bouteille.

— En faisant fondre dans un four de faïencerie un *basalte* noir, compacte, avec petits grains d'olivine, qui ne contenait pas de fer oxydulé, et en le laissant ensuite se refroidir lentement avec la faïence qui était cuite dans la même fournée, j'ai obtenu une scorie homogène, très-bulleuse, d'un noir-brunâtre, à structure radiée et cristalline, dont le pouvoir magnétique était très-élevé et égal à... 3000. Le pouvoir de cette *scorie cristalline* dans laquelle il ne s'était d'ailleurs pas formé de fer oxydulé, est bien supérieur à celui du *basalte* duquel elle provient, qui est au contraire très-faible et seulement égal à... 175.

— Les expériences qui précèdent montrent que le pouvoir magnétique d'un *verre* est tantôt plus grand et tantôt plus petit que celui de la *roche* de laquelle il provient. Résumé.

Lorsque la roche contient du fer oxydulé, il arrive assez souvent que le pouvoir de son verre est le plus petit; c'est d'ailleurs ce qu'il est facile

de concevoir, puisque le fer oxydulé est de tous les minéraux celui qui a le plus grand pouvoir magnétique; cependant il n'en est pas toujours ainsi, et en particulier, dans les granites qui contiennent assez fréquemment du fer oxydulé, l'inverse paraît même avoir lieu.

Quand on considère des roches d'une même famille dans lesquelles la teneur en silice, ainsi que la composition chimique, est à peu près la même, le pouvoir magnétique du verre varie à peu près dans le sens de la richesse en oxyde de fer : dans des roches d'une même famille, cette richesse en oxyde de fer peut d'ailleurs assez bien s'apprécier par la couleur du verre pulvérisé, et on voit par le tableau précédent que plus cette couleur est foncée, plus le pouvoir magnétique du verre est élevé.

Dans la vitrification d'une roche, son état physique et le mode de combinaison des différentes substances qui la composent sont seuls changés, tandis que sa composition chimique reste à très-peu près la même; par conséquent les variations que présente le *pouvoir magnétique* d'une roche et de son verre démontrent d'une manière très-nette que le pouvoir magnétique peut augmenter ou diminuer, quoique la composition chimique reste constante.

Comme le mode de combinaison des éléments chimiques d'une roche fait varier beaucoup son pouvoir magnétique, par conséquent on ne saurait donc plus admettre les idées de Coulomb, qui pensait qu'on pouvait apprécier la quantité de fer se trouvant dans une substance, d'après le nombre d'oscillations qu'elle faisait sous l'influence d'un aimant ou d'après son pouvoir magnétique.

NOTE

Sur la constitution géologique des provinces de Panama et Veraguas (Nouvelle-Grenade);

Par M. A. BOUCARD.

Je fus chargé, en 1847, d'aller examiner dans la Nouvelle-Grenade plusieurs gisements aurifères et diverses mines de métaux précieux, qu'une compagnie présidée par M. de Larochefoucault de Doudeauville se proposait d'exploiter; j'eus donc l'occasion de parcourir pendant plusieurs mois ces contrées, et de recueillir sur leur géologie quelques documents que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie.

L'immense chaîne de montagnes qui parcourt, dans une direction à peu près Nord-Sud, les deux Amériques, depuis les mers glacées du pôle Nord jusqu'au cap Horn, s'appelant montagnes Rocheuses dans l'Amérique septentrionale, et cordillère des Andes dans l'Amérique méridionale, compose presqu'à elle seule les terrains de l'isthme de Panama. Ainsi, dans la partie la plus étroite, entre Chagres et Panama, la base de la chaîne a environ 45 kilomètres de large; les premiers sommets surgissent presqu'au bord de l'Océan Pacifique, comme le Cerro-Bique, et disparaissent de l'autre côté de la crête, après les derniers mamelons, près de Varro-Colorado, à 25 kilomètres du rivage de l'Atlantique.

La cordillère, que j'ai parcourue depuis Panama jusqu'à une distance d'environ 280 kilo-

mètres, en remontant vers le Nord, un peu plus loin que le village de Cañassas, appartient presqu'exclusivement à la formation porphyrique et trappéenne; ce n'est que dans les environs de Cañassas que j'ai rencontré les indices de la formation granitique: ainsi, le lit du Rio Virigua est semé de blocs de granite et de syénite.

Les roches porphyriques sont très-variées d'aspect; elles sont tantôt très-compactes et fort dures, d'une couleur généralement vert foncé, quelquefois d'un rouge sombre; tantôt friables et semés de fissures irrégulières, ces porphyres ont ordinairement une couleur rose foncé un peu violet; enfin on rencontre sur tous les points, soit sur les sommets élevés des montagnes, soit dans les plaines et les vallées, des argiles dures de presque toutes les couleurs; elles sont souvent jaune clair et marbrées de veines blanches ou rouges, d'autres fois orange et rouge-brique; on en rencontre aussi qui sont violettes et bleues; et enfin, dans certains endroits, comme dans les savanes (*llanos*) des environs d'Enton et de Pénonomé, ces argiles sont blanches. Il faut attribuer sans doute la présence de ces argiles à la décomposition des porphyres; du reste, on trouve souvent des roches qui ont un état intermédiaire entre les porphyres durs et ces argilophyres si abondants dans l'isthme de Panama.

Parmi ces nombreuses variétés de porphyres, il en est une que l'on rencontre assez fréquemment, quoiqu'elle ait peu d'importance en étendue, dans les divers points où elle apparaît : ce sont des porphyres rouges, violacés, fendillés et presque toujours désagrégés, et souvent accompagnés de stéatites. La sortie de ces roches ignées

semble avoir été favorable à l'expansion au dehors d'émanations métallifères qui se sont condensées en gouttelettes et plaquettes dans les fissures de la roche. Aussi il arrive souvent qu'en creusant on rencontre de petites feuilles de cuivre natif très-malléable, de 2 à 3 centimètres de diamètre, et dont l'épaisseur dépasse rarement 2 millimètres. Le cuivre se trouve beaucoup trop disséminé dans ces roches pour constituer une mine exploitable. Cuivre natif.

Les trapps amphiboliques, qui sont aussi répandus dans l'isthme que les porphyres, sont presque continuellement associés à ceux-ci. Leur formation est moins variée, et les roches sont généralement d'un vert-noir et très-dures.

Quant aux autres roches que l'on rencontre dans ces deux provinces de la Nouvelle-Grenade, elles ont une faible importance, si on les compare à celles dont nous avons parlé; ce sont des grès blancs ou jaunâtres assez durs, et qui existent en grands bancs horizontaux et superposés à Panama, au bord de la mer; ils s'étendent encore à l'Est de la ville, à environ 3 kilomètres en suivant le rivage : là ils sont interrompus par des porphyres rouges alternant avec des porphyres verts, et reparaissent un peu plus loin. J'ai retrouvé ces mêmes grès stratifiés aux environs de Pénonomé, au pied du premier soulèvement de la Cordillère, puis ils s'enfoncent sous une faible inclinaison au-dessous des argilophyres qui les ont postérieurement recouverts. Ces grès nous ont paru appartenir au terrain de transition.

Les roches que l'on peut voir du côté de l'Atlantique n'ont aucun rapport avec les grès de Panama; ce sont des calcaires coquilliers séparés en bancs par des zones de grès fin : ces roches forment quel-

ques falaises à Chagres et s'étendent vers la baie du Limon. De l'autre côté de Chagres, c'est-à-dire vers l'Ouest, on ne rencontre que des plages de sables qui règnent jusqu'au delà de l'embouchure du fleuve Coclé.

Il existe encore dans l'isthme quelques autres roches, mais leur présence semble être accidentelle, tant leur gisement est circonscrit; leur isolement au milieu des roches ignées rend leur classement incertain : il s'agit de roches blanches de grès calcaire et de calcaire grenu traversé par de petites veines de calcaire cristallin. Nous croyons comme M. Garella que ces roches appartiennent aux terrains secondaires.

La contrée dont nous nous occupons, n'offre que bien rarement la possibilité d'étudier les phénomènes géologiques; le sol est presque partout recouvert par les argilophyres dont nous avons parlé, et sur lesquels croît une végétation tellement vigoureuse, que la vue a peine à s'étendre à quelques pas autour de soi; si l'on quitte le sentier pour pénétrer dans les taillis, ce n'est qu'à l'aide du sabre qu'on parvient difficilement à se frayer un passage. Il n'y a donc que dans les vallées et dans les crevasses où les eaux ont entraîné les argiles que l'on peut apercevoir les roches en place.

Filons quartzeux aurifères.

Les roches ignées, dont le soulèvement a formé la Cordillère, sont très-fréquemment coupées, suivant une direction générale Nord-Sud, par des filons de quartz souvent aurifères; la roche dure qui compose ces filons a mieux résisté que les roches encaissantes aux influences atmosphériques; ces dernières se sont usées pour ainsi dire, et les filons se trouvent en saillie, formant des murailles

plus ou moins régulières; ces affleurements sont appelés dans le pays *crestones* (crêtes). Ces *crestones* s'aperçoivent de très-loin, et facilitent ainsi la découverte de ces mines d'or en place.

La teneur des roches quartzeuses qui composent les filons atteint très-rarement la proportion de 5 grammes d'or pour 100 kilogrammes de minerais, ou 0,00 005; elle est en moyenne de 0,00 002. Cette proportion est trop faible pour laisser des bénéfices à l'exploitation.

Les filons s'appellent dans le pays *vetas* (veines) ou *hilos* (fils), suivant leur plus ou moins grande épaisseur; ce ne sont pas les seuls gisements aurifères : la destruction des filons a donné naissance à des alluvions (*veneros*) et à de petites couches de sables (*peladeros*) qui se sont rassemblées au fond des vallées et sur la pente des coteaux.

Alluvions aurifères.

Après les premiers soulèvements des roches ignées qui constituent les montagnes de l'isthme, d'autres phénomènes naturels sont venus apporter quelques perturbations dans la forme primitive du sol. Les nombreux filons quartzeux appartiennent probablement à l'époque de ces mouvements souterrains qui ont fracturé les roches, ont donné naissance à des éboulements, et renversé même des sommets de montagnes dont l'équilibre avait été détruit; les eaux ont ensuite entraîné ces débris de roches et les ont portés à de grandes distances, où ils sont allés combler le creux des vallées. Les roches quartzeuses n'ont pas échappé à cette action destructive, et dans les chocs et froissements des roches les unes contre les autres, elles ont été réduites en galets, puis en sables fins; les petites paillettes d'or qu'elles contenaient ont été isolées par cette pulvérisation naturelle,

et se sont dispersées et disposées en pépites, en filaments et en particules imperceptibles, soit à la surface des terrains sur lesquels les eaux poussaient les débris, soit au sein des alluvions dans lesquelles les eaux se sont creusé un lit, soit enfin dans les sables de ces mêmes lits. Les alluvions sont composées alors d'éléments très-variés; ce sont des fragments de porphyres, de trapps, d'amphiboles, de granites, de syénites, de gneiss et de quartz réunis dans un ciment d'argile quartzeuse jaune, verte, rouge, violette, grise ou même noire, semée de particules de fer oligiste ou magnétique, de pyrite de fer, de galène, de particules d'or, etc.

MM. Émile Thomas et Dellisse, chimistes distingués, m'ont aidé dans les diverses recherches analytiques auxquelles je me suis livré.

NOTICE

Sur un calcaire aurifère de la Grave (Hautes-Alpes);

Extrait d'une lettre de M. GUEYMARD, Ingénieur en chef directeur des mines, en retraite.

Dans le courant de 1848, on apporta au laboratoire de chimie du département un petit échantillon de calcaire feuilleté noir, envoyé par le sieur Mathonet, propriétaire à la Grave. J'étais prié de rechercher l'or. J'attachais peu d'importance à cet essai, attendu que dans les Alpes les paysans croient qu'il existe de l'or dans toutes les montagnes.

Dans le mois d'août, je fis l'essai de cet échantillon et je trouvai effectivement de l'or, mais en très-petite quantité. Dès l'instant que ce résultat fut connu, je reçus d'autres échantillons d'une dame Morin. Ces derniers étaient des rognons de fer sulfuré dans le calcaire noir feuilleté. Ils donnèrent aussi un peu d'or. Divers échantillons me parvinrent encore par des douaniers. Soumis aux mêmes essais, je reconnus également la présence de l'or.

Tous ces échantillons venaient de la commune de la Grave (Hautes-Alpes), sur la rive droite de la Romanche. Les montagnes appartiennent au terrain jurassique (lias, étage des bélemnites). Les calcaires sont noirâtres, schisteux, se délitant comme les ardoises grossières et très-pyriteux. Le fer sulfuré y forme accidentellement des rognons, des

veines, des nodules, et quand il n'est pas visible, il se trouve disséminé dans la roche sur tous les points. On reconnaît sa présence par l'acide nitrique qui dégage à l'instant des vapeurs rutilantes. L'analyse a donné les quantités de fer et de soufre qui correspondent au fer sulfuré ordinaire.

Pendant la belle saison, ces montagnes sont tapissées dans toutes les cavités d'efflorescences blanches de sulfate de fer et de sulfate de magnésie, qui, plus tard, sont dissous par les eaux de pluie.

Mes essais ont été faits sur 10 grammes, et l'or est très-difficilement dosable. Ma première pensée a été que ce métal devait appartenir au fer sulfuré contenu dans les calcaires. J'ai pris en conséquence trois échantillons. Le premier ne contenait presque que du fer sulfuré; le deuxième était un mélange de pyrite et de calcaire; le troisième n'était que du calcaire sans fer sulfuré visible à la vue. Les essais n'ayant été faits que sur 10 grammes, j'ai trouvé peu de différence dans le volume des flocons noirs provenant de la dissolution des boutons d'essai par l'acide nitrique à 22°. Il ne m'est donc pas possible de décider aujourd'hui si l'or est disséminé d'une manière uniforme dans les calcaires ou s'il ne se trouve que dans les pyrites.

Les montagnes de la Grave, sur la rive droite de la Romanche, présentent une surface immense. La rive opposée offre également les mêmes calcaires adossés sur les terrains de gneiss et de schistes talqueux. Au contact, les pyrites s'y rencontrent encore en plus grande quantité.

Il serait intéressant de s'assurer si l'or s'est concentré en quelques points de ces montagnes, plus

que dans les échantillons que j'ai reçus, et en quantité exploitable.

Je terminerai cette notice en faisant connaître encore une circonstance qui peut également présenter quelque intérêt.

Les boutons de retour, traités par l'acide nitrique, ont donné des flocons noirs (or). J'ai ajouté, après décantation, de l'acide hydrochlorique. J'ai séparé le chlorure d'argent, et la dissolution restante m'a donné, après avoir été rapprochée, de faibles indices de platine par le sel d'étain. Il sera donc nécessaire, dans les explorations et dans les nouveaux essais, de ne pas perdre de vue la recherche de ce métal. Elle intéresse la science.

NOTICE

Sur quelques instruments imaginés par M. Porro, pour abréger et simplifier les opérations de la géodésie, de la topographie, du nivellement et de l'arpentage.

Par M. H. de SENARMONT, ingénieur des mines.

§ 1. M. Porro, ancien officier supérieur du génie au service du Piémont, a imaginé divers instruments applicables aux opérations de la géodésie, de la topographie, du nivellement et de l'arpentage, qui abrégent ou simplifient beaucoup ces opérations, tout en leur donnant une exactitude supérieure à celle qu'on peut attendre des procédés actuellement en usage. Objet de cette notice.

Ces instruments, éprouvés maintenant en Piémont par plus de vingt années d'expérience et de bons services, se composent de diverses parties qui ne sont pas toutes également nouvelles, au moins dans leur principe. Mais plusieurs présentent des modifications ou des idées fondamentales qui appartiennent à l'auteur, et l'appareil qui rassemble ces moyens perfectionnés acquiert, par leur combinaison, tous les caractères d'une invention véritable, et des propriétés spéciales qui peuvent le rendre éminemment utile dans le service des ingénieurs.

M. Porro s'est en outre attaché à combiner les organes de ses appareils de manière à leur donner, dans les fonctions que chacun doit remplir, une sensibilité comparable et de même ordre, sans

qu'aucun d'eux présente, en pure perte, une précision surabondante, nuisible dès qu'elle cesse d'être utile, parce qu'elle ne fait alors que ralentir et compliquer les rectifications. Aussi la manœuvre de ces instruments est-elle rapide et simple. Chaque observation porte presque toujours en elle-même des moyens de vérification propres à écarter les erreurs accidentelles. Enfin les dispositions essentielles, comme les détails accessoires les plus minutieux, prouvent que l'auteur réunit à des connaissances théoriques élevées, et à l'habileté manuelle de l'opticien et du constructeur, l'expérience consommée du praticien habitué aux observations délicates.

L'organe fondamental des instruments de M. Porro, celui autour duquel se groupent tous les autres perfectionnements accessoires, a pour but de supprimer complétement les mesures et les chaînages. On commencera donc par en exposer les principes.

Lunette à mesurer les distances.

Principe des divers moyens de déterminer les distances sans chaînage.

§ 2. On peut déterminer une distance horizontale ou inclinée sans chaînage, et sans changer de station, si l'on mesure soit l'angle variable que sous-tend une mire de longueur fixe, soit la longueur variable qu'intercepte sur cette mire un angle dont l'ouverture est connue.

Il faut, dans tous les cas, que ces mesures puissent se faire avec une extrême précision, car on se place, pour déterminer l'inconnue, dans des conditions très-défavorables, puisque la base qu'on se donne ainsi sur la mire est relativement très-courte, et qu'on a en réalité à résoudre un

triangle rectangle dont un côté et l'angle opposé sont très-petits.

Il serait fastidieux, et il est inutile de rappeler ici les nombreuses combinaisons optiques imaginées pour résoudre cette question. On a proposé beaucoup de procédés qui, pour la plupart, sont restés à l'état de théorie, et n'auraient même jamais pu soutenir l'épreuve de la pratique; car on reconnaît facilement, à l'examen, qu'un grand nombre d'entre eux ou n'auraient pas à beaucoup près une sensibilité suffisante, ou donneraient lieu soit à des aberrations de sphéricité, soit à des défauts d'achromatisme; et cependant, pour mesurer avec précision, il faut commencer par voir distinctement.

D'autres appareils enfin, parfaitement applicables aux observations sédentaires, sont trop peu maniables ou délicats pour être adaptés aux instruments portatifs. C'est ainsi que l'emploi des divers micromètres angulaires, qui servent aux astronomes à déterminer très-exactement de petits angles variables, paraît présenter sur le terrain des difficultés particulières.

Les micromètres à réticule fixe, embrassant toujours un même champ angulaire, et interceptant des longueurs variables sur une mire divisée, ne sont pas sujets aux mêmes inconvénients; et ces mires, connues depuis longtemps sous le nom de *stadia*, sont fréquemment employées dans les levés rapides et approximatifs.

Il s'agissait de faire de cet appareil simple un instrument de précision, et pour bien apprécier les perfectionnements qu'il a reçus, il est utile de s'arrêter un moment au point de départ et de rap-

peler en quelques mots l'usage de la *stadia* ordinaire.

Stadia ordinaire. § 3. La lunette qui sert à observer la *stadia* doit porter un *oculaire simple* ou un oculaire de *Ramsden* (1). Un réticule à fils parallèles, placé en avant de cet oculaire, est mobile avec lui dans le même tirage. Il y est établi, une fois pour toutes, de manière à être vu nettement et sans parallaxe par l'observateur, qui, au moyen de cet oculaire, examine combien l'écartement invariable des fils embrasse de parties de la mire sur le tableau aérien très-petit et très-net qui la représente au foyer de l'objectif.

Soient (*fig.* 1, *Pl. V*) :

La grandeur de l'objet. . . . . $AB=S$
La distance de l'objet au centre de l'objectif. . . . . $OA=a$
La grandeur de l'image conjuguée de AB, égale à l'écartement des fils du micromètre. . . . . $ab=I$
La distance de cette image conjuguée au centre de l'objectif. . . . . $Oa=x$
La longueur focale de l'objectif. . . . F

Les triangles semblables OAB, O*ab*, donnent :

$$\frac{a}{x}=\frac{S}{I},$$

mais la formule générale des foyers donne :

$$\frac{a}{x}=1-\frac{a}{F};$$

(1) Voir la note n° 1.

Donc, en valeur absolue :

$$a - F = \frac{F}{I} S.$$

Dans la pratique, on regarde généralement a comme représentant un nombre de mètres assez grand pour que, en face de ce nombre, on puisse négliger la petite fraction de mètre F, et l'on réduit la formule à :

$$a = \frac{F}{I} S,$$

$\frac{F}{I}$ étant un coefficient numérique propre à l'instrument, déterminé par l'observation une fois pour toutes.

Cette supposition revient en réalité à compter les distances proportionnelles aux longueurs interceptées, à partir du centre de l'objectif, tandis qu'on devrait les compter à partir d'un point situé en dehors de la lunette, sur son axe optique central, en avant de l'objectif, d'une quantité précisément égale à la longueur focale principale de cette lentille.

Quand on applique cette méthode à l'évaluation des distances inclinées à l'horizon, on doit, en général, compter ces distances à partir du centre de l'instrument gradué qui mesure les inclinaisons. La correction à faire pour rendre à l'observation toute sa rigueur serait tout aussi facile que dans le premier cas; on la néglige presque toujours; et l'on va voir que les erreurs commises ainsi passeront souvent inaperçues au milieu des incertitudes que présente l'emploi de la stadia observée avec les lunettes ordinaires.

Une mire, pour être maniable, ne peut dépas-

ser 4 mètres; si l'on étend à 200 mètres la portée de l'instrument, elle sous-tendrait un angle d'environ $1^g,27$ (1).

Avec un grossissement de 10 à 12 fois, comme celui des lunettes ordinaires, cet angle deviendra, à l'oculaire, d'environ 12 g.

Or, l'expérience a prouvé qu'on peut à la rigueur subdiviser, par estime, au 1/10 près, un espace qui sous-tend environ $0^g.30$. On pourra donc apprécier au 1/10 les divisions d'une mire de 4 mètres, qu'on aura partagée en 40 parties, c'est-à-dire évaluer sa longueur totale de 4 mètres, interceptée par les fils du réticule, à $0^m,01$ près.

Mais 4 mètres interceptés correspondant à 200 mètres de distance horizontale, $0^m,01$ d'incertitude représentera sur cette distance $0^m,50$ d'erreur possible, et cette erreur dépassera généralement la correction négligée.

On diminuerait, il est vrai, l'incertitude des lectures en augmentant le grossissement; mais l'avantage qu'on y trouverait a des limites, parce qu'on arrive bientôt, en diminuant le champ dans le même rapport, à être obligé de raccourcir la mire.

L'expérience prouve, en effet, que les aberrations d'un oculaire cessent d'être tolérables si on veut lui faire embrasser plus de 12 g. autour de l'axe central. Si la lunette grossit vingt fois, l'angle correspondant sous-tendu au centre de l'objectif se réduit à $0^g,6$, qui limite à 2 mètres la demi-hauteur de la mire vue à 200 mètres; l'erreur pos-

(1) On adoptera partout, dans cette notice, la division de la circonférence en 400 parties, usitée pour les opérations géodésiques et topographiques du dépôt de la guerre.

sible sur cette distance se réduisant alors à $0^m,25$.

Ces dernières conditions paraissent donc les meilleures qu'on puisse obtenir des lunettes ordinaires. Avec un grossissement plus considérable on apprécierait sur l'image de la mire des divisions plus petites ; mais comme le champ angulaire de l'oculaire reste à peu près constant, la portion de l'image de la mire interceptée entre les fils du réticule se réduirait dans la même proportion ; on aurait gagné de pouvoir employer des mires plus courtes, mais sans avantage pour l'exactitude.

§ 4. Il fallait donc remplir deux conditions presque contradictoires, en obtenant à la fois beaucoup de champ et un fort grossissement. Mais avant de voir comment M. Porro a résolu le problème, il est nécessaire de faire comprendre par quel artifice il a rendu toute correction inutile, en reportant à volonté l'origine des distances en un point quelconque de l'axe optique de la lunette. **Perfectionnements divers.**

Dans tout système optique convergent, on peut déterminer sur l'axe central un point tel que tous les objets qui, vus de ce point, soustendent le même angle, auront leurs images conjuguées de même dimension. Ce principe paraîtra une conséquence presque évidente des propriétés générales des lentilles, si l'on se rappelle :

1° Que tout rayon émané d'un point passe par le foyer conjugué de ce point ;

2° Que tout rayon qui a passé par le foyer principal d'une lentille devient après la réfraction parallèle à l'axe optique central.

Considérons (*fig.* 2, *Pl. V*) une suite d'objets AB, A'B', A''B'' qui, vus du point H, sous-tendent

le même angle. Les rayons BH, B'H, B''H émanés des points B,B',B'' dans une même direction conserveront encore une même direction après un nombre quelconque de réfractions.

Réfractés par les premières lentilles O, O', etc., ils passeront tous par le point I, puis seront de nouveau réfractés par la dernière lentille O'', et si la distance IO'' est précisément égale à la longueur focale de cette dernière lentille, ils en sortiront tous suivant une parallèle à l'axe optique central. Cette parallèle sera donc le lieu géométrique des images *b*, *b' b''* conjuguées de B,B',B''. Quant aux points A, A', A'', ils forment leurs images conjuguées sur l'axe optique central, de sorte que les images *ab*, *ab'*, *ab''* des objets AB, A'B', A''B'' se trouvant comprises entre deux droites parallèles, seront toutes de grandeur égale.

§ 5. On peut d'ailleurs combiner les longueurs focales et la distance des lentilles de manière à porter le point H, que nous désignerons avec M. Porro sous le nom de *centre d'anallatisme*, en un point déterminé de l'axe optique central; et il est facile de trouver les relations qui existent entre la distance OH du centre d'anallatisme au premier objectif, les longueurs focales des lentilles, la distance qui les sépare, la grandeur et la situation de l'image.

On se bornera ici, pour plus de simplicité, à considérer l'appareil composé de deux lentilles.

Soient donc (*fig.* 3, *Pl. V*) :

La grandeur de l'objet dont l'image est comprise entre les fils du réticule. . . . . AB = S.

La distance de cet objet au centre du premier objectif. . . . . . . OA = *a*

La distance de son image conjuguée virtuelle au même centre. . . . $O\alpha = x$

La longueur focale principale du premier objectif. . . . . F

La distance des deux lentilles. . . $OO' = d$

La distance de l'image virtuelle à la seconde lentille. . . . . $O\alpha' = x - d$

La grandeur de l'image réelle mesurée par l'écartement des fils du réticule. . . . . $ab = I$

La distance de cette image au centre de la seconde lentille. . . . $aO' = y$

La longueur focale principale de cette seconde lentille. . . . . . φ

Sans qu'il soit nécessaire de rappeler ici les propriétés générales des lentilles et la manière dont se forment les images, on trouvera facilement, à cause des triangles semblables AOB, $\alpha O\beta$, $\alpha O'\beta$, $aO'b$.

$$I = \frac{S}{a} \frac{x \cdot y}{x - d}.$$

La formule générale des foyers donne d'ailleurs :

Pour la première lentille : $x = \frac{aF}{F - a}$;

Pour la seconde lentille : $d - x = \frac{\varphi y}{\varphi + y}$.

On a donc :

$$I = S \frac{F(\varphi + y)}{\varphi(F - a)} \qquad \varphi + y = \varphi^2 \frac{F - a}{F(d - \varphi) - a[F - (\varphi - d)]}$$

Mais si, au lieu de compter les distances à partir du centre du premier objectif, on les comptait à partir d'un point H situé sur l'axe optique

central, à une distance z, en arrière de cet objectif; en désignant par b la distance de l'objet à ce point H,

$$a = b - z,$$

et si l'on choisit H de manière que

$$z = \frac{F(\varphi - d)}{F - (\varphi - d)}, \qquad (1)$$

on a en même temps:

$$\frac{b}{S} = \frac{F\varphi}{I\,[F - (\varphi - d)]}, \qquad (2)$$

et

$$\varphi + y = \varphi^2 \, \frac{F^2 + b[F - (\varphi - d)]}{b[F - (\varphi - d)]}.$$

Les équations (1) et (2) renferment la théorie de l'anallatisme et la solution de toutes les questions à résoudre pour la construction des lunettes anallatiques.

On voit, en effet, que si l'angle 2ω, dont la moitié ω a pour tangente $\frac{S}{2b}$, est constant, I aura une valeur constante.

On peut, en outre, en vertu des équations (1) et (2), disposer de deux des trois quantités F, φ, d (la troisième demeurant libre et pouvant servir à diminuer l'aberration), de manière à porter le centre d'anallatisme H en un point déterminé de l'axe de la lunette, et à donner en même temps au nombre :

$$2\,\text{tang}\,\omega = \frac{I[F - (\varphi - d)]}{F\varphi},$$

une valeur également déterminée.

Si, par exemple, on faisait par construction :

$$\text{tang}\,\omega = \frac{S}{2b} = 0{,}01 \qquad b = 50.S,$$

et chacune des divisions égales à $0^m,02$ de la mire parlante, interceptées par les fils du réticule, représenterait un mètre de distance horizontale de cette mire au centre d'anallatisme.

§ 6. Le centre d'anallatisme H jouit encore d'une propriété remarquable et qui peut être utilisée dans certains cas. **Propriété particulière du centre d'anallatisme.**

Si l'on retranche la valeur générale de $(\varphi + y)$, correspondante à une valeur quelconque de b, de la valeur particulière de $(\varphi + y)$ correspondante à $b = \infty$:

$$y_{\infty} - y = \frac{\varphi^2 F^2}{[F - (\varphi - d)]^2} \frac{1}{b}.$$

Cette équation prouve que les images conjuguées d'un objet, dans ses positions variables, se formeront à des distances du foyer principal du système inversement proportionnelles aux distances réelles de cet objet au centre d'anallatisme.

Or ces distances des images conjuguées au foyer principal sont mesurées par les différences de tirage qu'il faut, dans chaque cas, donner à l'oculaire pour le *mettre* au *point;* différences qui pourront être évaluées au moyen d'une graduation sur le corps de la lunette.

La forme même de l'équation entre $y_{\infty} - y$ et b prouve que ce dernier procédé pour mesurer la distance d'un objet manquera généralement de sensibilité, les incertitudes ne devenant tolérables que pour les faibles distances.

§ 7. La lunette à mesurer les distances, appliquée à un cercle vertical gradué, *de manière que*

le centre d'anallatisme coïncide avec le centre de ce cercle, permettra de déterminer très-simplement la distance horizontale qui sépare le pied de la mire du centre de l'instrument, et l'altitude du pied de cette mire au-dessus de l'horizontale qui passe par le même centre.

Soient en effet (*fig.* 4, *Pl. V*) :

La longueur interceptée sur la mire parlante placée verticalement. . . . . $\overline{AB} = S$.

OH la ligne horizontale qui passe au centre de l'instrument.

La distance horizontale du pied de la mire au même centre. . . . . . . $OH = x$

L'altitude du pied de la mire au-dessus de OH. . . . . $AH = y$

L'angle mesuré par le cercle que fait l'axe optique central OC de la lunette avec la verticale OZ. . . . . φ

Le demi-angle constant que la longueur S interceptée sur la mire par les fils du réticule sous-tend au centre d'anallatisme, qui se confond ici avec le centre de l'instrument. . . ω

$$X = \overline{OA}\sin(\varphi+\omega) \qquad Y = \overline{OA}\cos(\varphi+\omega),$$

si l'on mène Am perpendiculaire à OC,

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{Am}} = \frac{S}{2\overline{OA}\sin\omega} = \frac{\sin(100^g-\omega)}{\sin(\varphi-\omega)} = \frac{\cos\omega}{s\quad\varphi-\omega)}$$

$$\overline{AO} = S\,\frac{\sin(\varphi-\omega)}{\sin 2\omega}.$$

$$X = \frac{S}{\sin 2\omega}\cdot\sin(\varphi+\omega)\sin(\varphi-\omega) = \frac{S}{2\sin 2\omega}\left[\cos 2\omega - \cos 2\varphi\right]$$

$$Y = \frac{S}{\sin 2\omega}\cdot\cos(\varphi+\omega)\sin(\varphi-\omega) = \frac{S}{2}\left[\frac{\sin 2\varphi}{\sin 2\omega} - 1\right].$$

Si l'on développe $\cos 2\omega$ en négligeant les puissances secondes et supérieures de 2ω :

$$X = \frac{S}{2}\,\frac{1-\cos 2\varphi}{\sin 2\omega} = S\,\frac{\sin^2\varphi}{\sin 2\omega}\,;\ Y = X\cotg.\varphi - \frac{S}{2}.$$

Si l'on fait par construction $\sin 2\omega = 0{,}02$:

$$X = 50.\,S.\,\sin^2\varphi\,;\qquad Y = X\cotg.\varphi - \frac{S}{2}.$$

En terrain horizontal $\varphi = 100^g$, et si la mire est divisée en *doubles centimètres*, S représentant le nombre de ces divisions, comprises entre les fils du réticule, lu directement sur la mire parlante, exprimera la distance *en mètres*.

Sur un terrain en pente, ce nombre, multiplié par la faction $\sin^2\varphi$, exprimera encore *en mètres* la distance horizontale du pied de la mire au centre de l'instrument. S exprimera de plus le nombre *de centimètres* qu'il faut, dans la formule de l'altitude, retrancher du nombre de mètres $X\cotang\varphi$, pour connaître cette altitude.

§ 8. Ces premières modifications à la construction des lunettes n'ont encore augmenté ni le champ ni le grossissement.

Supposons, pour un moment, que le tableau qui se peint au foyer de l'objectif soit dans toutes ses parties assez exempt d'aberration de sphéricité, et assez clair pour supporter un grossissement considérable; un oculaire très-fort n'embrassera qu'une très-petite partie de ce tableau, et tout ce qui sortira de ce champ limité s'y sera formé en pure perte. Oculaire triple.

Mais pour l'observation qui nous occupe il n'est pas nécessaire de voir du même coup d'œil tout le tableau à la fois, il suffit que l'œil puisse en aper-

cevoir séparément et successivement les différentes parties amplifiées sur lesquelles se superposent les fils du réticule. On pourra donc adapter à la lunette deux oculaires puissants, correspondants l'un au fil supérieur qu'on pointera ainsi sur le zéro de la mire, l'autre au fil inférieur par lequel on lira sur la graduation le nombre de divisions interceptées par le réticule sur l'image de cette mire, qu'on n'aura d'ailleurs ainsi jamais vue à la fois dans son entier.

M. Porro ajoute un troisième fil et un troisième oculaire central correspondant à l'axe central de la lunette pour prendre des directions comme dans les instruments ordinaires. Ce troisième fil servira d'ailleurs, en cas de nécessité, à doubler la portée des observations qu'on peut faire avec une même mire; en sacrifiant, bien entendu, quelque chose sur l'exactitude, puisqu'on réduit à moitié les longueurs interceptées.

L'emploi de deux ou trois oculaires puissants suppose, comme on l'a dit, un tableau en même temps net et clair au foyer de l'objectif; mais pour avoir beaucoup de lumière il faut un objectif d'un grand diamètre, et un pareil objectif donnera lieu à des aberrations de sphéricité intolérables si sa longueur focale n'est pas très-grande; si, par exemple, elle est moindre que douze fois ce diamètre; les lunettes vont donc se trouver considérablement allongées.

Objectif double. Pour remédier à ce nouvel inconvénient, M. Porro emploie deux objectifs achromatiques séparés, placés l'un derrière l'autre à une petite distance. Cette disposition, depuis longtemps en usage dans les microscopes achromatiques, où l'objectif se compose d'un *jeu de lentilles*, a été

également adaptée, avec le plus grand succès, à la chambre obscure, de manière à en raccourcir le foyer tout en diminuant les aberrations de sphéricité. Elle a en effet les avantages d'un objectif à quatres verres avec un élément de plus, la distance, qui permet une compensation plus parfaite.

Les quatre verres produiront, il est vrai, une déperdition de lumière; mais cet inconvénient est plus que compensé par l'augmentation d'ouverture, et M. Porro a fait construire ainsi des lunettes de 60 millimètres d'ouverture et de 360 à 400 millimètres seulement de foyer dans lesquelles la vision est encore très-claire et très-nette avec des grossissements de 60 à 80 fois, et qui permettent, avec l'oculaire triple, l'appréciation des distances au moins au 0,0005, et réduisent par conséquent l'incertitude au-dessous de $0^m,10$ sur 200 mètres.

§ 9. Le réticule de la lunette présente quelques particularités. A la rigueur, il pourrait se composer seulement (*fig.* 5, *Pl. V*) : Disposition du réticule. Micromètre à deux fils.

1° Du fil supérieur *a* correspondant à l'oculaire supérieur qui sera pointé sur le zéro de la mire;

2° Du fil inférieur *b* correspondant à l'oculaire inférieur qui servira à lire le nombre de divisions interceptées.

Le fil milieu *c*, correspondant à l'oculaire moyen et à l'axe optique central de la lunette, n'est pas indispensable; il servira aux pointages ordinaires, et quelquefois, comme on l'a dit, aux grandes portées.

Micromètre à trois fils

§ 10. M. Porro remplace toujours le fil inférieur b (*fig.* 6, *Pl. V*) par deux fils, d et g, placés à égale distance du fil b, qui alors se trouve supprimé, et de manière que

$$\overline{bd} = \overline{bg} = 0{,}1 . \overline{ab}.$$

Ces deux fils d et g sont d'ailleurs tous deux dans le champ de l'oculaire inférieur.

Il résulte de cette disposition que si, après avoir pointé le fil a sur le zéro de la mire, on fait les lectures en g et en d, on a sans erreur sensible (1) :

$$2\overline{ab} = \overline{ag} + \overline{ad}.$$

$\overline{ab}$ comprenant le nombre de divisions qu'on a jusqu'ici représenté par S, on voit que la somme des lectures en g et d représenterait le double de la distance en mètres ; ou *si l'on double la grandeur des divisions de la mire, en les faisant, par exemple, égales à* $0^{m},04$ *au lieu de* $0^{m},02$, la somme des lectures en g et d représentera précisément la distance *en mètres*.

On a d'ailleurs par construction :

$$\overline{dg} = \overline{ag} - \overline{ad} = 0{,}2\overline{ab} = 0{,}1(\overline{ag} + \overline{dg}).$$

La différence des lectures en d et g représentera donc *en mètres* le dixième de cette distance.

Ce moyen de vérification prouvera qu'on n'a pas fait d'erreur matérielle de lecture, et qu'on a bien apprécié à l'estime les fractions de division de la mire. Il permet encore, si certaines divisions, le zéro par exemple, n'étaient qu'imparfaitement visibles, de s'assurer qu'on n'a pas fait d'erreur de pointage.

---

(1) Voir la note 2.

Si la mire est trop éloignée pour que son image se trouve sous les quatre fils à la fois, on pointera d'abord le fil central c sur le zéro de la mire, et l'on fera deux lectures en d_1 et g_1 (*fig* 7, *Pl V.*); on fera faire ensuite à la lunette une révolution bout pour bout dans le plan vertical, puis une révolution bout pour bout dans le plan horizontal; les fils inférieurs auront passé au-dessus de l'axe optique central; on pointera le plus élevé sur le zéro de la mire, et l'on fera une lecture en d_2 et en c_2 (*fig.* 8, *Pl. V*).

On aura donc ainsi en réalité les mêmes lectures que si on eût opéré avec un réticule a quatre fils, deux au-dessus, deux au-dessous d'un axe central c'', dont la position serait moyenne entre c_1 et c_2, et que ce micromètre eût permis de faire à la fois les lectures g_1' d_1' g_2', d_2' (*fig.* 9, *Pl. V*).

L'angle φ (§ 7) est donc une moyenne entre les inclinaisons qu'on a pu lire successivement sur le limbe dans la première et dans la seconde position de la lunette et la longueur interceptée par les fils sur la mire

$$\overline{c''a_1'} + \overline{c''a_2'} = \frac{S}{2}.$$

La distance *en mètres* est donc égale à la somme des quatre lectures.

Le dixième de cette distance est égal à la somme des lectures extrêmes moins la somme des lectures intermédiaires.

Ce procédé revenant en dernier résultat à faire usage d'un angle sous-tendu moitié moindre, la précision sera nécessairement diminuée.

On remarquera d'ailleurs que la somme de lectures extrêmes exprime *en centimètres* la quan-

tité à retrancher de X cotang φ pour avoir l'altitude (§ 7).

Quand la mire est trop éloignée pour que son image se trouve en même temps comprise sous le fil central et sous les deux fils inférieurs, on se servira de ceux-ci comme d'un micromètre à deux fils ordinaire ; seulement, pour avoir l'angle de réduction à l'horizon φ, il faudra, comme précédemment, procéder par retournement, et faire une double observation avec les fils tantôt au-dessous, tantôt au-dessus de l'axe optique central, en prenant pour φ la moyenne des deux inclinaisons successives de la lunette.

Non-seulement dans ce dernier procédé on fait usage d'un angle sous-tendu beaucoup plus petit, mais on perd tout moyen de contrôle résultant de la comparaison numérique des lectures ; aussi est-il encore beaucoup moins exact que le précédent.

Micromètre à cinq fils.

§ 11. Pour éviter tout retournement et n'être plus astreint à pointer sur le zéro de la mire, qui peut quelquefois n'être pas visible, M. Porro adapte à certaines lunettes un micromètre à cinq fils (*fig.* 10, *Pl. V*).

Si l'on se reporte aux formules du § 7, on remarquera que, pour une direction quelconque de la lunette, la quantité qu'il faut retrancher de X cotang φ pour avoir l'altitude peut, sans erreur sensible, être considérée comme la hauteur au-dessus du sol du point de la mire sur lequel se trouve pointé l'axe optique central (1).

Si donc le réticule est construit de manière que fil central *c* corresponde à l'axe optique central,

(1) Voir la note 2.

que le fil supérieur a et le fil inférieur b soient l'un et l'autre remplacés par deux fils δ, γ, d, g, réglés de manière que :

$$\overline{a\gamma}=\overline{a\delta}=\overline{bd}=\overline{bg}=\frac{1}{10}\,\overline{ab},$$

il est évident que, si l'on désigne par les mêmes lettres chaque nombre correspondant des divisions de la mire parlante, on aura, quelles que soient ces divisions :

$$a=\frac{\gamma+\delta}{2};\quad b=\frac{d+g}{2};\quad \overline{ab}=\mathrm{S}=a-b;$$

donc :

$$c=\frac{a+b}{2}=\frac{\gamma+g+d+\delta}{4}=\frac{\gamma+g}{2}=\frac{\delta+d}{2},$$

$$\frac{\mathrm{S}}{2}=\frac{a-b}{2}=\frac{(\gamma-g)+(\delta-d)}{4}=10\frac{(\gamma-g)-(\delta-d)}{4}.$$

Et si, pour faire disparaître le coefficient $\frac{1}{4}$, chaque division de la mire a $0^{m},04$ de longueur, la distance sera exprimée *en mètres :*

Par la différence des lectures extrêmes, plus la différence des lectures intermédiaires;

Par dix fois la différence des lectures extrêmes, moins dix fois la différence des lectures intermédiaires.

La quantité qu'il faudra retrancher de X cotang φ pour avoir l'altitude sera exprimée *en centimètres* :

Par quatre fois, la lecture au fil central;

Par deux fois, la somme des lectures extrêmes ou deux fois la somme des lectures intermédiaires;

Par la somme de toutes les lectures.

Vérifications multipliées et qui laisseront difficilement place aux erreurs.

Il est clair que si la mire est assez éloignée pour que son image cesse de tomber en même temps sous les deux couples de fils extrêmes ; le couple des fils inférieurs avec le fil central, puis le même fil central avec le couple des fils supérieurs, joueront successivement le même rôle que remplissait le réticule droit, puis le réticule renversé par le retournement, dans la manière d'opérer expliquée au § 10.

Si enfin, l'image de la mire ne tombait pas même sous le fil central et sous un des couples de fils extrêmes, on se servirait successivement du couple inférieur, puis du couple supérieur comme d'un micromètre ordinaire à deux fils ; l'inclinaison φ étant une moyenne entre les deux positions successives de la lunette, qu'on peut lire sur le cercle gradué.

Micromètre à sept fils.

§ 12. Pour éviter cette double opération, M. Porro a placé au-dessus et au-dessous du fil central deux fils équidistants, qui fonctionnent comme un micromètre à deux fils ordinaire (*fig.* 11, *Pl. V*) : alors le réticule composé porte en tout sept fils. Cette complication est plutôt apparente que réelle, puisqu'on n'aperçoit jamais le micromètre tout entier, et qu'on en voit au plus trois fils en même temps. Peut-être trouvera-t-on néanmoins souvent préférable d'éviter cette multiplicité de fils, et pensera-t-on que cette dernière disposition du réticule, malgré des avantages réels, touche déjà aux dernières limites de simplicité, hors desquelles l'instrument le mieux combiné et le plus ingénieux n'est qu'un tour de force méca-

nique, une curiosité de cabinet qui ne passe jamais dans la pratique vulgaire.

§ 12. Avec la lunette du grand modèle à mesurer les distances, et un grossissement de 60 ou 80 diamètres, le micromètre à cinq fils porte naturellement jusqu'à 200 mètres avec une précision toujours supérieure au $\frac{1}{2000}$. Entre 200 et 400 mètres, le fil central et deux fils extrêmes donneront une précision qui dépassera beaucoup $\frac{1}{1000}$. Entre 400 mètres et 700 ou 800 mètres, les deux fils extrêmes permettront encore une approximation de $\frac{1}{400}$. Approximation possible.

§ 13. Telles sont les dispositions et les propriétés fondamentales de la lunette à mesurer les distances qu'on doit à M. Porro. Une fois construite, l'emploi en est aussi simple que celui d'une lunette ordinaire; mais on voit que l'exactitude des indications qu'elle fournit repose entièrement sur un ensemble de conditions délicates calculées à l'avance, et qui doivent avoir été complétement remplies par le constructeur.

Peu de constructeurs posséderont donc les connaisssances nécessaires pour établir avec précision des appareils de ce genre, et il est possible que cette difficulté en restreigne l'emploi; il ne faudrait pas, d'ailleurs, que cette remarque fût regardée comme une critique ou une objection, car si la lunette à mesurer les distances, par sa construction même, laisse une part trop large peut-être à l'habileté supposée du mécanicien, rien n'empêche,

quand elle est sortie de ses mains, de la soumettre à des vérifications très-sûres et très-faciles.

Vérification des lunettes à mesurer les distances.

1° Vérification du réticule.

L'écartement des différents fils peut se mesurer à l'aide d'un cathétomètre, d'une vis micrométrique, avec tous les instruments qui permettront d'évaluer avec précision de petites distances ; mais il est plus simple encore de s'assurer que les conditions même de lecture qu'on cherche à obtenir sont exactement remplies. Si l'on pointe, par exemple, en terrain horizontal, le fil a du réticule à trois fils (*fig*. 6, *Pl. V*) sur le zéro de la mire, on doit trouver, quelle que soit d'ailleurs la graduation de cette mire, la somme des lectures en d et g égale à 10 fois leur différence.

2° Vérification de l'angle sous-tendu au centre d'anallatisme.

La valeur de cet angle joue un grand rôle dans les calculs et doit être connue avec une précision extrême.

Premier procédé :

On suppose la lunette montée sur un cercle vertical gradué; on commencera par disposer l'une des branches horizontales du pied parallèlement au plan de ce cercle.

Le vernier coïncidant avec la division zéro, on établira le cercle, soit au moyen des vis calantes du pied, soit au moyen de la pince qui l'arrête sur son support, de manière à pointer très-exactement le fil supérieur, par exemple sur un objet immobile; puis on fera marcher le vernier jusqu'à pointer sur le même objet le fil inférieur. La lunette aura décrit sur le limbe un angle précisément égal à 2ω; mais comme cet angle est très-

petit, la graduation ne le donnerait pas avec une précision suffisante.

Fixant alors la lunette sur le cercle, on fera encore mouvoir celui-ci, soit avec la vis calante du pied, soit dans la pince qui l'arrête sur son support, de manière à ramener le fil supérieur sur le point de mire qu'il avait abandonné.

Puis le cercle demeurant de nouveau immobile à son tour, on ramènera, par un mouvement angulaire de la lunette, le fil inférieur sur le même point, et cette lunette aura encore décrit sur le limbe un angle 2ω qui s'ajoutera au premier.

Si l'on répète cette opération vingt fois, par exemple, la lunette aura finalement parcouru sur le limbe, entre sa première et sa dernière position, un angle égal à $20 \times 2\omega$. La quantité cherchée 2ω se déduira donc de la lecture extrême avec une précision vingt fois plus grande que celle de la graduation.

Second procédé :

Si l'on a une lunette-étalon dont la construction soit rigoureusement vérifiée, elle pourra servir à contrôler toutes les autres.

Supposons, en effet, qu'on ait mis le réticule de la lunette douteuse à son foyer principal; (*fig.* 12, *Pl. V*), tous les rayons émanés de *a* sortiront de l'objectif parallèlement à l'axe optique central, tous les rayons émanés de *b* en sortiront parallèlement entre eux; or comme l'un d'eux sort, par construction, suivant HK, tous sortiront parallèles à HK, et l'intervalle des fils *ab* sera vu au travers du système objectif comme s'il était à une distance infinie, et qu'il sous-tendît précisément l'angle d'anallatisme qu'on a désigné par 2ω.

Si donc on regarde ces fils au travers de leur propre système objectif avec une autre lunette dont les fils du micromètre vus du centre de l'objectif sous-tendent un angle précisément égal à 2ω, leur image se superposera exactement au réticule de cette seconde lunette.

On comprend d'ailleurs, puisque les rayons arrivent à la seconde lunette comme si l'objet était transporté à une distance infinie, qu'elle n'a pas besoin d'être anallatique. Mais ce contrôle simple et indépendant de la position qu'on donne à l'étalon, exige que le réticule de la lunette douteuse soit préalablement amené précisément à son foyer principal; or cet ajustement peut laisser quelque incertitude.

Si le foyer principal extérieur de l'objectif de la lunette-étalon coïncidait précisément avec le centre d'anallatisme de la lunette douteuse, l'ajustement préalable des fils de cette dernière deviendrait inutile.

En effet, parmi les rayons qui émanent des diverses positions b, b' que peut occuper le fil supérieur du micromètre (*fig.* 13, *Pl. V*), ceux qui auront d'abord cheminé parallèlement à l'axe optique central, puis passé au point I, sont sortis du dernier objectif comme s'ils venaient du point H. Mais si H est précisément le foyer principal extérieur de l'objectif O_1; après être entrés dans la seconde lunette, ces rayons chemineront parallèlement à son axe optique central; toutes les images des fils a, b, a', b', se forment donc dans la lunette-étalon avec un écartement égal, quelle qu'ait été primitivement la position du réticule, et l'image de ces fils se superposera dans tous les cas au réticule de la lunette-étalon.

Ce moyen de vérification sera donc, à la différence du précédent, indépendant de l'ajustement du réticule de la lunette douteuse; mais il en diffère aussi parce qu'il exige que la lunette-étalon soit placée dans une position telle que le foyer principal extérieur de son objectif coïncide précisément avec le centre d'anallatisme de la lunette douteuse, et cet ajustement peut à son tour laisser quelque incertitude.

Si l'on combine ces deux procédés, ou, en d'autres termes, si on ajuste aussi exactement que possible le réticule de la lunette douteuse au foyer principal de son système objectif; et si, pour observer ce réticule, on place la lunette-étalon de manière que le foyer extérieur de son objectif coïncide, à très-peu près, avec le centre d'anallatisme de la lunette douteuse; on se sera, par la première disposition, presque soustrait à l'influence des petites erreurs sur la position de la lunette-étalon, et par la seconde, à l'influence des petites erreurs sur l'ajustement du réticule de la lunette douteuse. Il est donc évident qu'alors même que ces deux conditions indépendantes n'auraient pas été, chacune individuellement, rigoureusement observées, puisque chacune d'elles fournirait pour son compte une vérification approchée, on arrivera, par leur emploi simultané et par leur concours, à un contrôle qu'on devra regarder comme absolu; les erreurs, s'il en reste, étant nécessairement devenues d'un ordre inférieur (1).

3° Vérification de la position du centre d'anallatisme.

---

(1) Voir la note 3.

On établira deux mires, l'une derrière l'autre, à une distance quelconque D ; on placera ensuite le cercle divisé exactement sur la ligne des mires, d'abord entre les deux, puis en les laissant toutes deux d'un même côté ; de chaque station on mesurera sur l'une et sur l'autre les longueurs interceptées par la réticule de la lunette.

Soient S_0, S_0' ces longueurs correspondantes à la première station ; S_1, S_1', les mêmes longueurs correspondantes à la seconde station ;

Si l'on appelle b_0, b'_0, b_1, b_1' les distances correspondantes des mires au centre d'anallatisme ; u la distance inconnue de ce centre au centre de l'instrument gradué, on a, § 5 :

$$\frac{S_0}{2}\text{cotg}\,\omega=b_0\,;\quad \frac{S_0'}{2}\text{cotg}\,\omega=b_0'\,;\quad \frac{S_1}{2}\text{cotg}\,\omega=b_1\,;\quad \frac{S_1'}{2}\text{cotg}\,\omega=b_1' :$$

mais

$$b_0+u+b_0'+u=b_1-b_1'=D\,;$$

donc :

$$2u=(b_1-b_1')-(b_0+b_0')=\text{cotang}\,\omega.\frac{[(S_1-S_1')-(S_0+S_0')]}{2}.$$

On répétera l'opération en se plaçant à différentes distances des mires, et si l'instrument est bien réglé, on doit toujours trouver :

$$S_1-S_1'=S_0+S_0'.$$

4° Détermination des constantes de la graduation qui sert à évaluer approximativement les petites distances au moyen du tirage variable de l'oculaire.

On commencera par chercher la position du zéro en déterminant le tirage qui correspond à la vision distincte d'un object dont la distance peut être considérée comme infinie.

On observera ensuite le point du tirage correspondant à la vision distincte d'un objet situé à une distance connue avec précision par un grand nombre de mesures micrométriques.

Si h_1 représente le nombre de divisions correspondant sur l'échelle des tirages à la distance b_1 de cet objet, le produit $h_1 \times b_1$ est la constante cherchée, car on a, § 6 :

$$hb = h_1 b_1 = \frac{F^2 \varphi^2}{[F - (\varphi - d)]^2},$$

h et b correspondant à un objet quelconque.

§ 14. La lunette à mesurer les distances peut être adaptée avec avantage aux instruments de géodésie, de nivellement, de topographie et d'arpentage. Appliquée à la boussole, à l'alidade pour planchette, au graphomètre, elle donnera, même avec un pouvoir réduit, une exactitude supérieure à celle qu'on peut attendre de ces instruments pour l'évaluation des autres éléments d'une projection topographique. Elle perd donc dans cette circonstance une partie de ses avantages.

La lunette à mesurer les distances peut être appliquée à la plupart des instruments.

La boussole elle-même a pris cependant, entre les mains de M. Porro, une exactitude nouvelle; et quoi qu'il emploie seulement cet instrument perfectionné comme organe accessoire dans le théodolite, il pourrait, dans bien des cas, jouer le rôle principal.

Perfectionnement de la boussole.

§ 15. La boussole ordinaire, employée très-fréquemment dans les travaux topographiques et les levés souterrains, est certainement l'instrument le plus infidèle qui soit entre les mains des géomètres.

Défauts de la boussole ordinaire.

Sans parler, en effet, des irrégularités inhérentes à la nature même du magnétisme, ou des perturbations qui peuvent résulter des influences locales du sol sur lequel on opère (1), il est bien certain que les imperfections mécaniques du mode de suspension contribuent pour une grande part à ces anomalies, tout en laissant à l'aiguille des mouvements de trépidation gênants, et qui rendraient même impossibles les observations très-précises.

Dans tous les instruments portatifs, l'aiguille aimantée repose par une chappe en agate sur un pivot métallique; or il est bien connu que les résistances qui se produisent ainsi au centre de rotation suffisent, dans le voisinage de la position d'équilibre, pour contre-balancer la force directrice, dont le moment statique devient presque nul.

Perfectionnements.

M. Porro a rendu la suspension par un fil de cocon possible dans les instruments portatifs en empruntant à Gauss l'idée ingénieuse qui lui avait servi à perfectionner les observations sédentaires.

Quand une aiguille aimantée est suspendue horizontalement à un fil, on peut, en vertu des lois connues de la composition des mouvements rotatoires, décomposer tous les mouvements possibles de la manière suivante :

1° Mouvement pendulaire autour du point de suspension dans un plan normal à la longueur de l'aiguille;

---

(1) M. Porro a vu quelquefois, en Piémont, l'aiguille déviée de 10 à 15 g. par le voisinage des roches serpentineuses contenant probablement du fer oxydulé. On sait que la boussole est complétement affolée aux alentours de certains filons.

2° Mouvement pendulaire autour du même point, dans un plan parallèle à cette longueur;

3° Mouvement de rotation autour de l'axe longitudinal horizontal de l'aiguille, comparable à un mouvement de roulis;

4° Mouvement de rotation autour de l'axe transversal horizontal de l'aiguille, comparable à un mouvement de tangage;

5° Mouvement de rotation azimutal autour d'un axe vertical.

De ces cinq mouvements, le dernier est le seul qu'il s'agisse d'observer; il faut le dégager de tous les autres.

A peu près au milieu de l'aiguille et perpendiculairement à sa longueur, on fixe une glace parallèle, étamée sur une moitié de sa hauteur, comme un miroir de sextant; cette glace participe aux mouvements d'aiguille. En avant de l'aiguille, à une certaine distance du miroir, on fixe invariablement, dans la monture de l'instrument, un fil vertical très-fin, et en arrière de l'aiguille, à la même distance du miroir, une échelle graduée en parties égales tracée sur un verre dépoli.

L'image mobile du fil immobile vue par réflexion dans le miroir étamé se superpose donc à l'échelle fixe vue directement au travers de la partie transparente de la glace; or il est facile de comprendre que cette image mobile n'est influencée que par les oscillations azimutales de l'aiguille. En effet, le premier mouvement pendulaire et le mouvement de roulis laissent le miroir dans son propre plan, et n'affecteront pas la position de l'image réfléchie. Le second mouvement pendulaire et le mouvement de tangage imprimeront seulement à cette image un mouvement de balancement

d'avant en arrière dans le plan vertical qui contient l'axe longitudinal horizontal de l'aiguille, et n'empêcheront pas cette image de se superposer à la division immobile de l'échelle graduée.

Enfin un déplacement azimutal de l'aiguille sera, comme on sait, représenté par un déplacement azimutal double de l'image réfléchie.

On peut en réalité imprimer à l'appareil ainsi disposé des secousses brusques; malgré les mouvements désordonnés de l'aiguille, on voit toujours l'image du fil osciller lentement et régulièrement à droite et à gauche de sa position d'équilibre, et les avantages de cette suspension sont tels qu'elle permet, avec un fil de 10 à 15 millimètres de longueur seulement, et avec une aiguille de 40 millimètres, d'apprécier facilement $0^{g},05$, tandis qu'avec la suspension ordinaire on ne peut jamais répondre de $0^{g},30$ à $0^{g},40$.

L'aiguille est enfermée dans un tube horizontal sur lequel s'élève verticalement celui qui enveloppe le fil. Le premier tube est fermé à une extrémité par la glace dépolie sur laquelle on a tracé l'échelle, à l'autre par une glace plane au travers de laquelle on observe la graduation avec une petite lunette qu'on tient à la main. Pour que la lunette qui sert à faire de loin la reconnaissance du terrain puisse être employée sans qu'on ait besoin chaque fois de la mettre au point, M. Porro remplace la glace plane par une lentille dont le foyer est presque sur la graduation; de sorte que celle-ci et l'image du fil paraissent reportées à une grande distance.

Du théodolite.

§ 16. Il serait facile d'appliquer en même temps

et ces perfectionnements de la suspension, et la lunette à mesurer les distances à un instrument qui remplacerait la boussole ordinaire; mais M. Porro s'est attaché avant tout à combiner l'usage de cette lunette avec un instrument dont toutes les indications eussent une exactitude au moins comparable à celle qu'elle peut fournir. Au moyen du théodolite portatif qu'il a construit, on peut déterminer d'une seule station, dans un rayon d'au moins 200 mètres, très-exactement et très-vite les directions azimutales, les distances réduites à l'horizon, et les altitudes de tous les points où l'on portera la mire; on aura donc ainsi tous les éléments d'un canevas topographique étendu qu'on rattachera facilement à des levés contigus du meme genre.

Conditions de l'établissement du théodolite portatif.

Si la lunette du théodolite permet d'évaluer les distances au n^{me} de leur longueur, et si les verniers du cercle azimutal et du cercle vertical laissent dans la lecture des angles horizontaux et verticaux une incertitude angulaire égale à θ, il est facile de voir que la position réelle d'un point pourra se trouver (*fig.* 14, *Pl. V*) dans toute l'étendue du solide $hklm$, $h'k'l'm'$; Oh représentant la distance. L'incertitude sera donc proportionnelle au volume de ce solide, et l'erreur absolue maximum à une de ses diagonales.

On peut sans erreur, sensible, considérer ce solide comme rectangle, et si φ représente l'angle que la ligne de visée fait avec la verticale, on a pour l'expression approchée de ce volume :

$$\frac{d^3\theta^2}{n}\sin\varphi.$$

L'erreur maximum correspond à $\varphi = 100$ g.

Il faut d'ailleurs, pour que la précision des différentes données fournies par l'instrument soit de même ordre, que $\theta = \frac{1}{n}$.

L'incertitude maximum est donc proportionnelle à $\frac{d^3}{n^3}$.

L'erreur maximum absolue possible à la diagonale $\frac{d}{n}\sqrt{3}$.

La condition $\theta = \frac{1}{n}$ détermine l'approximation que doivent donner les verniers, et par conséquent le rayon du cercle.

Avec la perfection des machines à diviser actuelles, on obtiendrait facilement au vernier l'approximation de $0^g,0318$, correspondant à une incertitude de lecture $\theta = \frac{1}{n} = 0,0005$, sur un cercle très-petit. Mais comme les dimensions usuelles paraissent nécessaires pour donner de la stabilité aux lunettes, M. Porro les adopte, et fait ses théodolites de $0^m,12$ et $0^m,18$ de diamètre au cercle azimutal, de 15 et de 25 centimètres de diamètre au cercle vertical.

On aura facilement, même avec un vernier fort court, sur des cercles semblables, les angles horizontaux et verticaux avec la précision de $0^g,005$ ou de $\frac{\varpi}{40\,000} = 0,0000785$. Avec cette précision, la position réelle d'un point sera comprise, à la distance de 200 mètres, dans un parallélipipède dont la base carrée de $0^m,015$

de côté fait face à l'observateur, et dont la hauteur, égale à $0^m,10$, est dirigée dans le sens du rayon visuel; la diagonale de ce parallélipipède, ou l'erreur absolue, étant égale à $0^m,102$.

§ 17. Les dispositions générales, les rectifications, la manœuvre du théodolite construit par M. Porro ne présentent aucune particularité qu'on ne puisse facilement comprendre au moyen des figures et de la légende explicative qui trouveront place dans un prochain cahier de ces Annales. Il est utile cependant de signaler dès à présent les différences les plus remarquables qui distinguent cet appareil des instruments ordinaires.

1° L'horizontalité du cercle azimutal s'obtient au moyen d'un *niveau sphérique* de 2 à 5 mètres de rayon. La bulle s'amène promptement au centre par les vis calantes du pied à 1 ou 2 millimètres près. L'horizontalité est donc exacte au moins à $0^g,065$ près. Or il est facile de voir que, même dans les cas les plus défavorables, cette légère inclinaison n'altérera pas sensiblement la valeur des azimuts observés (1).

2° La lunette, qui correspond d'ailleurs au centre du cercle azimutal, de manière à éviter toute excentricité, doit toujours se mouvoir dans un plan rigoureusement vertical. Il faut que son support et celui du cercle vertical gradué soient indépendants du cercle azimutal; on rendra donc ce support mobile par rapport à ce cercle dans un plan normal à l'axe optique de la lunette supposé horizontal; de sorte qu'à chaque observation d'inclinaison, la rectification de cette partie de

(1) Voir la note 3.

l'appareil se fera, au moyen d'une vis et d'un niveau cylindrique sensible convenablement disposé, sans toucher au cercle azimutal, et sans que la position de l'alidade des azimuts cesse de correspondre à la projection horizontale de l'axe optique de la lunette.

3° L'axe du cercle azimutal se prolonge au-dessous de ce cercle entre les vis calantes du pied à trois branches, et porte une règle horizontale divisée, qui suit l'alidade des azimuts dans son mouvement de rotation. On peut placer entre les vis une feuille de papier fort, sur laquelle la règle se promène; on tracera donc au crayon chaque direction azimutale observée, et l'on marquera dans cette direction la distance horizontale correspondante obtenue au moyen de la lunette; on aura ainsi, avec les nombres inscrits au carnet, un véritable levé à la planchette, qui servira de *croquis à vue* et souvent même de vérification, car on se trompe fréquemment dans les lectures de 5^{s} ou 10^{s}, erreur appréciable graphiquement et dont on se trouvera averti.

4° Le théodolite porte, comme orientateur magnétique, une boussole perfectionnée.

Mires. § 18. Les mires seront, comme on l'a dit, divisées de 4 en 4 centimètres; elles sont liées à un petit socle en fonte par une articulation sphérique, et portent à 1 mètre de hauteur au-dessus de ce centre, sur lequel elles pivotent, un niveau sphérique de 1 mètre de rayon qui sert à assurer la verticalité. On aura d'ailleurs quelques mires très-longues, tracées sur un ruban de toile métallique flexible, peinte et vernie, qu'on pourra, dans quelques circonstances, dérouler et suspendre soit à des

édifices, soit à des arbres, de manière à rattacher fort exactement divers centres d'observation à un même point fixe par des observations à longue portée.

§ 19. Enfin pour ne pas perdre dans les incertitudes des procédés graphiques toute la précision des observations, et pour donner en même temps aux travaux de cabinet la même simplicité qu'aux travaux sur le terrain, M. Porro a construit des échelles logarithmiques, qui réduisent à de simples opérations mécaniques les calculs nécessaires pour transformer les données fournies par le théodolite en coordonnées numériques rapportées à trois axes rectangulaires. **Échelles logarithmiques.**

Du niveau à bulle d'air.

§ 20. La lunette à mesurer les distances s'adapte très-utilement aux niveaux à bulle d'air. Elle fournit immédiatement en effet l'élément d'une correction importante, celle que nécessite la rondeur de la terre.

Une disposition nouvelle de l'instrument construit par M. Porro fait en outre disparaître certains défauts qu'on peut justement reprocher aux niveaux en usage.

La lunette est montée de manière à pouvoir pivoter et dans un plan vertical, et dans un plan horizontal. Elle porte *latéralement* une fiole à bulle d'air longue et sensible, dont la monture est pressée par un ressort sur le corps même de la lunette, et s'y appuie, de côté, par deux arêtes tranchantes en forme de coin qui s'engagent dans une rainure longitudinale. Cette monture prend un troisième point d'appui sur l'axe horizontal de rotation, et la position fixe de la fiole, dans un plan vertical à

peu près parallèle à celui qui contient l'axe de la lunette, se trouve ainsi complétement assurée.

L'oculaire étant tourné vers l'observateur, l'objectif vers la mire, et le niveau par exemple à droite de la lunette, on amène la bulle au zéro au moyen des vis calantes, et l'on fait sur la mire une première lecture. Détachant alors, de la lunette, la fiole, qu'on écarte parallèlement à elle-même et sans changer autrement sa position, on fait faire à cette lunette une *demi-révolution dans le plan vertical*, et on rapproche, toujours parallèlement à lui-même, le niveau dont les coins reprennent leurs places dans la même rainure.

La lunette se trouve seulement avoir changé bout pour bout de position relative par rapport à la fiole, puisqu'en ce moment l'objectif est tourné vers l'observateur; on le ramène sur la mire par une *demi-révolution dans le plan horizontal*, et le niveau a passé à gauche de la lunette; on cale cette dernière et l'on fait une seconde lecture sur la mire.

Il est facile de voir que la moyenne des deux lectures successives correspond précisément à la visée horizontale. Si en effet l'axe optique de la lunette faisait dans la première position un angle $\frac{\varpi}{2}+\alpha$ avec la verticale, il fera évidemment dans la seconde, et après l'inversion qu'il a subie, un angle égal à $\frac{\varpi}{2}-\alpha$.

Disposition du réticule dans les lunettes des niveaux.

Le réticule des lunettes des niveaux est à cinq fils, et si la mire porte une double échelle, la première divisée de 4 en 4 millimètres, la se-

conde de 4 en 4 centimètres, on aura comme on l'explique au § 11.

Sur la première échelle, *en millimètres*, la différence de niveau égale :

A la somme des lectures extrêmes, plus la somme des lectures intermédiaires;

A deux fois, la somme des lectures extrêmes;

A deux fois, la somme des lectures intermédiaires;

A quatre fois, la lecture au fil central.

Et sur la seconde échelle, *en mètres*, la distance égale :

A la différence des lectures extrêmes, plus la différence des lectures intermédiaires;

A dix fois, la différence des lectures extrêmes, moins dix fois la différence des lectures intermédiaires.

A 100 mètres de distance, avec les lunettes du grand modèle, on apprécie bien les dixièmes de division sur la petite échelle de la mire. L'incertitude moyenne sur la cote, à 100 mètres de distance, est donc d'environ $0^m,0002$; avec les petites lunettes, elle est d'environ $0^m,0005$. Rien n'empêcherait d'ailleurs qu'une mire, destinée au nivellement, portât un voyant mobile concurremment avec la division fixe destinée à l'appréciation des distances.

Tels sont les principes du niveau à bulle d'air construit par M. Porro. Quant aux détails d'ajustement, on les comprendra facilement à l'aide des figures et de la légende explicative qui seront l'objet d'une autre notice, et l'on y remarquera un mode de calage très-simple qui peut quelquefois se substituer avec avantage aux vis en triangle équilatéral.

Instruments pour la mesure des bases.

§ 21. Le théodolite, le niveau à bulle d'air, trouveront une application journalière. On ne rencontrera, dans l'emploi de ces instruments, d'autre obstacle que l'irrégularité des réfractions voisines de l'horizon, que les phénomènes de *mirage*, qui rendraient d'ailleurs tout autre moyen optique de mesure également impossible. On doit aussi à M. Porro des instruments moins usuels pour mesurer avec précision des bases géodésiques. La méthode consiste essentiellement à remplacer par des lectures microscopiques faciles la juxtaposition bout à bout des règles à languette employées par Delambre. On retrouve dans la combinaison de ces appareils le même esprit d'invention ingénieuse ; mais ils n'ont pas reçu, comme les premiers, la sanction d'une longue expérience, et d'ailleurs la mesure des bases est une opération toute spéciale, dont les détails ne seraient peut-être pas parfaitement à leur place dans ces Annales.

NOTES.

Note 1re, § 3.

Sur les oculaires des lunettes.

On emploie, dans les lunettes, deux espèces d'oculaires. Des oculaires négatifs qui reçoivent les pinceaux rendus convergents par l'objectif avant le point de concours des rayons ; des oculaires positifs qui les reçoivent après leur croisement.

L'oculaire négatif de Galilée (*fig.* 15, *Pl. V*) ne peut évidemment s'appliquer aux lunettes à réticule, puisqu'il ne se forme nulle part d'image réelle à laquelle on puisse superposer les fils.

Quant à l'oculaire négatif composé de Huyghens (*fig.* 16, *Pl. V*), il peut recevoir des fils croisés, puisqu'une image réelle se forme en *a*, *b*, entre les deux verres O′ O″ de cet oculaire. Toute la pièce qui porte ces deux verres est mobile pour s'accommoder à la vision des objets placés à différentes distances et à la portée particulière de la vue de l'observateur. Oculaire négatif d'Huyghens.

L'image réelle *a b* doit se trouver à une distance de O″ convenable à la vue de l'observateur, et le réticule doit y être fixé une fois pour toutes. Le raccourcissement de l'image, produit par le premier verre O′, dépendra d'ailleurs : 1° du lieu où s'est formée la première image virtuelle *a′b′*, c'est-à-dire de l'éloignement de l'objet ; 2° de la distance à laquelle doit être reportée, au delà de O′, l'image réelle *a b* ; ou, en d'autres termes, comme l'écartement O′O″ des verres est déterminé, de la distance O′*a*, et par conséquent de la vue de l'observateur.

L'oculaire positif de Kepler, ou l'oculaire simple (*fig.* 17, *Pl. V*) est une loupe ordinaire. La pièce qui le porte est mobile pour s'accommoder à la vision des objets inégalement éloignés et à la portée particulière de la vue Oculaire positif de Kepler.

de l'observateur. Le diaphragme qui porte le réticule doit être, une fois pour toutes, placé dans cette pièce de manière que l'observateur le voie distinctement et sans parallaxe ; mais sa distance à O′ sera ensuite invariable, et l'intervalle compris entre des fils parallèles, vu de O′, soutendra toujours le même angle.

Oculaire positif de Ramsden. L'oculaire composé de Ramsden (*fig*. 18, *Pl. V*) a les mêmes avantages. Le réticule sera fixé une fois pour toutes en *ab*, à la distance O′.*b* convenable pour la vue de l'observateur, et tout le système du réticule et des deux loupes se mouvera longitudinalement pour s'adapter à la vision distincte des images focales des objets inégalement éloignés.

Ces divers systèmes d'oculaires ont d'ailleurs des avantages de grossissement, de champ, de clarté, de netteté, d'achromatisme, et des défauts qui leur sont propres.

Note 2, § 10 et 11.

Sur les erreurs que comporte l'emploi des micromètres à fils parallèles.

A la rigueur, il n'est pas absolument exact de dire que la lecture obtenue par un rayon visuel également incliné sur deux autres est la moyenne des lectures correspondantes à ces derniers.

Ceci revient en effet à prendre la quantité $\overline{CA}$ (*fig*. 4, *Pl. V*) pour $\frac{\overline{AB}}{2}$.

Or il est facile de trouver

$$\overline{CA}=\frac{\overline{Am}}{2\sin\omega}=\frac{\overline{AB}}{2}\frac{\sin(\varphi-\omega)}{\cos\omega\,\sin\varphi}=\frac{\overline{AB}}{2}-\frac{\overline{AB}}{2}\operatorname{cotang}\varphi\operatorname{tang}\omega$$

On commet donc, § 10, dans le cas du micromètre à trois fils, une erreur représentée par :

$$\frac{S}{2}\operatorname{cotang}(\varphi+\omega)\operatorname{tang}\frac{\omega}{5}.$$

ou, en négligeant les puissances supérieures de tang ω, égale à $\frac{S}{2}$ cotang φ tang $\frac{\omega}{5}$.

Mais on a par construction :

$$\sin 2\omega = 0{,}02 \qquad \text{ou tang } \frac{\omega}{5} = 0{,}002\,;$$

$\frac{S}{2}$ est au plus égale à 2 mètres ; donc l'erreur est inférieure à $0^m{,}004$ cotang φ. Rigoureusement nulle, pour une visée horizontale, quand $\varphi = 100^g$; et toujours négligeable dans la pratique, car sur les talus les plus roides φ dépasse 60^g, et par conséquent cotang φ reste au-dessous de 0,70.

On commet de même dans le § 11 une erreur sur l'évaluation de l'altitude en retranchant de X cotang φ la distance du sol à la division de la mire sur laquelle se trouve pointé le fil central.

La cote réelle de l'altitude a pour valeur exacte, § 6,

$$Y = X \text{ cotang } \varphi - \frac{S}{2}.$$

On trouvera comme précédemment qu'au lieu de retrancher $\frac{S}{2}$, on retranche en réalité $\frac{S}{2}(1 - \text{cotang}\varphi \text{ tang}\omega)$.

On fait donc sur la cote une erreur en plus égale à

$$\frac{S}{2}\text{cotang } \varphi \text{ tang } \omega.$$

et par construction, elle ne pourra jamais dépasser

$$0^m{,}02 \text{ cotang } \varphi.$$

Note 3, § 13.

Sur le degré d'approximation que comporte la vérification de la position du centre d'anallatisme.

On a, § 5 :

$$\frac{I}{S} = \frac{F\varphi}{F-(\varphi-d)}\frac{1}{b}.$$

Et si l'on considère les rayons comme émanés du point a

(*fig.* 19, *Pl.* V) en vertu de la loi du retour inversé des rayons, ils convergeront virtuellement en A ; mais, comme ils sont reçus avant leur point de concours par l'objectif de la lunette-étalon, ils convergeront en réalité en α.

Si donc on pose la distance qui sépare les objectifs des deux lunettes. . . . . $OO_1 = D$

La distance de l'image qui se forme dans la lunette-étalon à son objectif. . . . . $O_1\alpha = \varphi$

La grandeur de cette image. . . . . $\alpha\beta = I'$

La longueur focale de l'objectif de la lunette-étalon f.

Il est facile de trouver en valeur absolue :

$$\frac{S}{I'} = \frac{a-D}{\varphi} = \frac{f-D+a}{f} = \frac{b-(D+x-f)}{f}$$

Mais la distance du foyer antérieur principal de la lunette-étalon au centre H d'anallatisme de la lunette douteuse est précisément

$$D+x-f=\Delta.$$

Donc

$$\frac{S}{I'} = \frac{b-\Delta}{f}$$

par conséquent

$$\frac{I}{I'} = \frac{F\varphi}{f\,\{F-(\varphi-d)\}}\left(1-\frac{\Delta}{b}\right).$$

Mais, § 5,

$$I\left\{\frac{F-(\varphi-d)}{F\varphi}\right\} = 2\tang\omega$$

D'un autre côté, si E représente l'écartement des fils de la lunette-étalon et si ω représente encore l'angle que sous-tend cet écartement vu du centre de l'objectif de cette lunette

$$\frac{E}{f} = 2\tang\omega.$$

Donc

$$\frac{E}{I'} = 1-\frac{\Delta}{b}.$$

où, à cause de l'équation du § 6,

$$1 - \frac{E}{I'} = (y_{\infty} - y) . \Delta . \frac{\{F - (\varphi - d)\}^2}{F^2 \varphi^2}.$$

E est donc égal à I', si $(y_{\infty} - y) = 0$, Δ demeurant quelconque; et si $\Delta = 0$, $y_{\infty} - y$, demeurant quelconque.

La différence $\frac{E}{I'} - 1$ est d'ailleurs un infiniment petit du second ordre, si $y_{\infty} - y$ et Δ sont l'un et l'autre des infiniment petits du premier ordre.

Note 4, § 17.

Sur la différence de valeur d'un angle mesuré dans un plan presque horizontal et de cet angle réduit à l'horizon.

Soient (*fig.* 20, *Pl. V*) les triangles sphériques ABC, AB'C rectangles en A.

Soit le côté commun AC $= (90° + i)$; i étant une quantité très-petite.

Soient φ, φ' les côtés opposés, dans ces triangles, aux angles γ, γ' qui ont leurs sommets en C.

$$\text{Tang}\ \varphi = \cos i \ \text{tang}\ \gamma = \left(1 - \frac{i^2}{2}\right) \text{tang}\ \gamma.$$

$$\text{Tang}\ \varphi' = \cos i \ \text{tang}\ \gamma' = \left(1 - \frac{i^2}{2}\right) \text{tang}\ \gamma'.$$

On tire de là :

$$\text{Tang}\ (\gamma - \varphi) = \text{tang}\ \delta = \frac{i^2}{4} \sin 2\gamma.$$

$$\text{Tang}\ (\gamma' - \varphi') = \text{tang}\ \delta' = \frac{i^2}{4} \sin 2\gamma'.$$

δ et δ' étant des angles très-petits, on peut mettre les angles à la place de leurs tangentes, et l'on aura :

$$\delta \pm \delta' = \frac{i^2}{4} (\sin 2\gamma \pm \sin 2\gamma').$$

L'angle C sera égal à $(\gamma \pm \gamma')$, et la différence de valeur entre l'angle C et le côté opposé sera égale à $(\delta \pm \delta')$ selon que le pied A de la perpendiculaire tombera en dedans ou en dehors du triangle.

Soit Δ cette différence,

$$\Delta = \frac{i^2}{2} \sin C \cos (\gamma \mp \gamma').$$

La valeur maximum de Δ est donc

$$\Delta = \frac{i^2}{2}.$$

Si, par exemple, $i = 1^{gr.} = \frac{2\varpi}{400}$,

$$\Delta = \frac{i^2}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{2\varpi}{400}\right)^2 = \frac{\varpi}{400} \times \frac{2\varpi}{400} = \frac{\varpi}{400} \times 1^{gr.} = 0^{gr.},00785.$$

MÉMOIRE

Sur les mines et les minières de fer de la partie occidentale du département de la Moselle.

Par M. EUGÈNE JACQUOT, ingénieur des mines.

Développement et importance de l'industrie du fer dans les arrondissements de Briey et de Thionville.

La partie des arrondissements de Briey et de Thionville, comprise entre la route de Metz à Luxembourg et celle de Metz à Montmédy par Longuyon, renferme un groupe de forges qui en fait une des contrées les plus industrielles de la France et une des plus dignes d'intérêt pour le mineur et le métallurgiste. L'industrie du fer y est fort ancienne; déjà à la fin du XVIe siècle quelques-unes des usines actuelles, notamment celles de Moyeuvre, d'Ottange et de Villerupt, étaient en pleine activité. Il y a cinquante ans, le groupe de forges dont il s'agit comptait 9 hauts-fourneaux au bois répartis de la manière suivante: 2 à Moyeuvre, 2 à Hayange, 1 dans chacune des usines d'Ottange, de Villerupt, d'Herserange, du Dorlon et de Longuyon. Jusqu'à la fin de l'année 1845, l'accroissement de la production de la fonte dans ce groupe n'avait pas dépassé la progression ascendante signalée dans l'ensemble des établissements métallurgiques de la France. A cette époque il comprenait 19 hauts-fourneaux, dont 4 au coke et 15 au charbon de bois. Mais dans le courant de l'année 1846, sous l'influence du haut prix auquel les fontes sont parvenues, les moyens de production ont été augmentés dans une proportion considérable. Il existe aujourd'hui, dans la partie Nord-

Ouest du département de la Moselle, 10 hauts-fourneaux marchant habituellement au coke et 25 au combustible végétal, lesquels sont répartis dans 15 usines, et peuvent produire, année moyenne, 600,000 quintaux de fonte, soit un peu plus du 1/9 de la production totale des usines françaises en 1846. Un développement aussi prodigieux a dû nécessairement attirer l'attention des personnes qui se préoccupent de l'avenir de l'industrie du fer dans cette contrée. Il a paru qu'il y avait surtout lieu de rechercher si l'approvisionnement régulier de toutes ces usines en minerai était assuré; on a été ainsi conduit à étudier les gîtes qu'elle renferme, et à faire une espèce d'inventaire des ressources qu'elle peut offrir. Ce sont les résultats de cette étude que j'ai pour objet de présenter aujourd'hui, et que je crois devoir faire précéder d'une description géologique sommaire de la contrée, description sans laquelle les détails dans lesquels je compte entrer seraient difficiles à comprendre.

Description géologique de la contrée.

Cette contrée est presque entièrement occupée par un vaste plateau, légèrement ondulé, dont l'élévation moyenne au-dessus du niveau de la mer est d'environ 350 mètres. Il est terminé à l'Est par un escarpement considérable, lequel, dirigé sensiblement du sud au nord à partir de Metz, s'infléchit brusquement à une petite distance de la frontière du grand-duché de Luxembourg, et court ensuite vers l'Ouest en restant parallèle à celle-ci. Au Sud-Ouest, il s'enfonce avec une inclinaison marquée sous une chaîne de collines qui se présente en avant de Verdun et constitue le rebord d'un plateau superposé au premier, de telle façon que celui-ci atteint sa plus grande hauteur dans l'espèce de saillant situé à l'extrémité Nord-Est, en face de Luxembourg,

vers le village de Welmerange-lès-Ceutrange. Là, la hauteur moyenne du plateau au-dessus de la mer est de plus de 400 mètres. Des vallées étroites et profondes le sillonnent en divers sens; celles de la partie Est versent leurs eaux dans la Moselle; les eaux de la région occidentale se rendent dans la Meuse. Parmi les cours d'eau de la première région on peut citer l'Orne, la Fensch, l'Alzette; les plus remarquables de la seconde sont la Crusnes et la Chiers.

La composition géologique de ce plateau offre une grande uniformité de caractères. Les assises supérieures du lias en constituent la base, et le sol de la partie élevée est formé par des couches qui dépendent de l'étage oolithique inférieur. Les premières s'observent, soit sur le pourtour de l'escarpement qui termine le plateau au Nord et à l'Est, soit dans le fond des vallées. Ce sont, en allant de bas en haut : Lias supérieur.

1° Des marnes bleues ou brunâtres, feuilletées, contenant de la pyrite en rognons et des cristaux de gypse;

2° Des marnes compactes, de même couleur, renfermant des rognons ovoïdes de fer carbonaté argileux ou de calcaire bleu, compacte, à grains très-fins. Ces ovoïdes, dont le volume est très-variable et atteint quelquefois plusieurs pieds cubes, sont fréquemment divisés en fragments irréguliers réunis par de la chaux carbonatée cristallisée. Ils offrent, soit à leur surface, soit dans leur intérieur, diverses coquilles fossiles, des ammonites, des bélemnites, des térébratules; ils contiennent aussi quelquefois du bois fossile. Les nodules ferrugineux présentent souvent des couches concentriques de fer hydraté ocreux;

3° Des marnes grises micacées siliceuses;

4° Un grès brunâtre et micacé, à grains très-fins, réunis par un ciment ocreux peu consistant, lequel est pénétré en tous sens, principalement à sa partie supérieure, par des veinules d'oxyde de fer hydraté brun. Ce grès, peu développé dans le département de la Moselle, est le grès supra-liasique ou *marlysandstone* des Anglais.

Hydroxyde oolithique.

Il est habituellement recouvert par une ou plusieurs couches d'un minerai formé par la réunion de petites oolithes, brunes et très-brillantes à la surface, d'hydroxyde de fer, lesquelles sont empâtées dans un ciment argilo-calcaire, ocreux, rouge brunâtre. Ce minerai est exploité en un grand nombre de points du département, et il constitue un gîte bien nettement limité, à sa partie supérieure, par des marnes très-compactes, grises ou verdâtres, micacées, contenant une grande quantité de bélemnites.

Calcaire lamellaire.

Ces marnes sont surmontées par une très-grande puissance de calcaires lamellaires et sableux, jaunâtres ou grisâtres, dont les couches, généralement peu épaisses, alternent avec des assises minces de marnes sableuses. Ils renferment, pour la plupart, une quantité considérable de coquilles brisées, et les lamelles qu'on y remarque proviennent, en partie, de débris de corps marins et notamment d'encrines et de baguettes d'oursins. Quelques-uns sont oolithiques, d'autres complétement grenus. Il y a dans ces assises, dont la puissance est de 30 à 50 mètres, plusieurs bancs remarquables, soit par les fossiles qu'ils renferment ou par quelque autre particularité, soit par l'emploi qu'on en fait dans les constructions.

Entre Briey et Mouthiers, on voit, dans les assises inférieures de cette formation, des bancs, ayant au plus 1 mètre d'épaisseur, d'un calcaire grenu,

grisâtre, renfermant des silex bruns qui se fondent dans la pâte; ils alternent avec des assises minces de marnes sableuses.

On exploite à un niveau un peu plus élevé, au-dessus d'Ottange et d'Audun-le-Tiche et près d'Haucourt, des bancs d'un calcaire gris à petites lamelles, très-sableux et contenant beaucoup de coquilles brisées, lequel fournit une excellente (1) pierre de taille. Ces bancs, qui ont jusqu'à 2 mètres de puissance, s'observent à Audun sur une assez grande hauteur.

Dans la partie moyenne du calcaire lamellaire, on remarque assez généralement des assises marneuses qui renferment une grande quantité d'oolithes ferrugineuses analogues à celles que l'on rencontre dans l'hydroxyde oolithique, mais moins riches et d'une couleur plus claire.

Un peu au-dessus de ces assises, paraissent des couches minces de calcaire tout criblé de peignes (pecten lens, pecten personatus); elles sont exploitées pour moellons en un grand nombre de points : notamment au-dessus de Fontoy et d'Ottange; au Kirchgrund, dans la commune d'Audun-le-Tiche; à la côte de Crusnes, sur la route de Metz à Longwy; à Mont-Saint-Martin et à la Croix du Coulmy. Les fossiles que le calcaire lamellaire renferme le plus habituellement sont, indépendamment de ceux déjà signalés, des bélemnites (belemnites giganteus), des ammonites, des térébratules lisses, une espèce particulière de gryphée.

---

(1) C'est là une circonstance exceptionnelle; car, dans le département de la Moselle, les calcaires de cet étage résistent beaucoup moins bien à la gelée, en général, que ceux de la *grande oolithe*. J. L.

Calcaire à polypiers.

Ce dépôt est immédiatement recouvert par le calcaire habituellement désigné sous le nom de *calcaire à polypiers*. Il se compose de bancs assez puissants de calcaire, tantôt saccharoïde, tantôt lamellaire, par suite de la grande quantité de débris d'encrines et de pointes d'oursins qu'il renferme. Quelques-uns de ces bancs contiennent des oolithes blanches de la grosseur d'un pois. Le calcaire saccharoïde se présente assez fréquemment en fragments irréguliers disposés sans stratification apparente entre des lits très-minces de marnes grises ou verdâtres. Les fossiles que cette formation renferme sont abondants et généralement bien conservés. Il arrive quelquefois qu'ils sont placés dans les interstices que laissent entre eux les fragments de calcaire. Je citerai notamment : des huîtres (ostrea Marshii), des peignes (pecten textorius), des trochus, des plagiostomes, des térébratules lisses et striées, des trigonies, des pinna, des cidarites, des astrées, des caryophyllées. Le calcaire à polypiers contient aussi quelquefois de la pyrite décomposée, en cristaux cubiques et octaédriques. Certaines variétés deviennent fétides par la percussion.

Cette roche forme souvent l'assise la plus élevée que l'on rencontre sur le plateau qui constitue la partie occidentale du département de la Moselle, et elle recouvre le sol sur une étendue considérable. Elle est très-recherchée pour l'entretien des routes, et exploitée en beaucoup de localités pour cet usage. Elle fournit aussi la plus grande partie de la castine qui est consommée dans les usines de la contrée. Les principales exploitations sont entre Fontoy et la ferme de Gondrange, à la côte de Crusnes, près de la ferme d'Hirps, à Brehain-la-Cour, Villers-la-Montagne, Haucourt,

autour de Longwy, sur le chemin de cette ville à Cosnes, etc., etc.

Il existe habituellement, au-dessus des bancs supérieurs du calcaire à polypiers, un groupe de couches marneuses et sableuses d'un gris bleuâtre, lesquelles renferment des rognons calcaires et correspondent au *Fullers-earth* des Anglais. Ces couches sont peu développées dans le département: on les observe près de Neufchef et d'Angevillers; sur les chemins d'Aumetz aux minières de ce nom et à Audun-le-Tiche; au trou de Butte, près du chemin de ce dernier village à Crusnes, près de Brehain-la-Ville, sur les glacis de la forteresse de Longwy, près de Romain et sur la route de la Malmaison à Virton (Belgique), etc. Dans toutes ces localités elles renferment une grande quantité de fossiles, notamment l'*ostrea acuminata* (quelquefois d'une abondance prodigieuse), des pholadomyes, des trigonies, des térébratules lisses et striées, des bélemnites, de petits oursins et des tiges de polypiers. **Fullers-earth.**

La formation connue sous le nom de *grande oolithe* est immédiatement superposée au fullers-earth. C'est un calcaire d'un jaune pâle, dans lequel on remarque de très-petites oolithes réunies par un ciment entremêlé de beaucoup de coquilles brisées. La base est formée de bancs épais divisés fréquemment en feuillets obliques à la stratification; des assises minces et des calcaires à grosses oolithes occupent la partie supérieure. Ce terrain ne recouvre qu'une faible étendue du plateau au Sud de la Chiers; il se montre au Nord de cette rivière en un plus grand nombre de points. Il fournit presque toute la pierre de taille qui est mise en œuvre dans la contrée. On l'exploite à Neufchef, Ranguevaux, Havange, Mexy, Cosnes, **Grande oolithe.**

Lexy, Bromont, Allondrelle et Villers-la-Chèvre.

Bradford-clay.

Dans cette dernière localité, ainsi qu'à Havange et à Cosnes, il est recouvert par des assises peu puissantes d'argile marneuse contenant beaucoup de fossiles, et que l'on rapporte au *bradford-clay* des Anglais. Ces marnes sont l'assise géologique la plus élevée de la contrée; elles ne forment du reste que des lambeaux d'une étendue insignifiante.

Résumé.

Telle est la série des couches qui constituent le sol du plateau occidental de la Moselle. Elles peuvent être partagées, comme on le voit, en deux grands groupes : l'inférieur entièrement marneux et le supérieur presque exclusivement calcaire. Ces couches ont une faible inclinaison générale vers le Sud-Ouest, assez marquée cependant pour que la partie marneuse, qui occupe les deux tiers environ de la hauteur des falaises par lesquelles le plateau se termine au Nord et à l'Est, finisse par disparaître en s'avançant dans la direction indiquée. Ainsi, tandis que sur le pourtour du plateau c'est le premier groupe qui domine, dans les vallées de la partie centrale, au contraire, c'est le groupe calcaire.

Trois espèces de gîtes concourent à l'approvisionnement des usines.

On peut partager en trois classes, eu égard à leur nature, à leur gisement et à leur richesse, les gîtes de minerai de fer que renferment les arrondissements de Briey et de Thionville. A la première appartiennent les minerais hydroxydés oolithiques en couches, que l'on rencontre au-dessus du *marlysandstone*. Dans la seconde, je range tous les minerais en rognons ou en grains, qui se présentent disséminés au milieu d'argiles ocreuses et remplissant de grandes cavités dans l'étage oolithique inférieur, ou se montrant à la surface du plateau que forme cet étage. La troisième,

enfin, comprend les minerais en grains qui sont associés à des sables d'alluvion déposés au pied de ce plateau. Je vais décrire séparément chacun de ces gîtes, dont la *fig.* 1, *Pl. VI*, montre la disposition générale.

1° *Hydroxyde oolithique.*

Le minerai oolithique est formé par la réunion de petits grains bruns d'hydroxyde de fer, très-brillants à la surface, et ayant communément la grosseur d'une tête d'épingle. Ces grains sont rarement isolés; le plus souvent ils sont agglutinés par un ciment dans lequel domine, soit l'argile, soit le calcaire; mais qui est, dans tous les cas, coloré en brun ou en rouge par de l'oxyde de fer. Quand ce minerai est très-développé, on observe constamment que le minerai brun occupe la partie inférieure du gîte et que le minerai rouge se montre à la partie supérieure. Comme le marlysandstone auquel il est superposé, le minerai oolithique est traversé en tous sens par des veinules d'oxyde de fer brun. **Généralités.**

Une variété de ce minerai est bleue, et jouit de la propriété d'attirer le barreau aimanté; c'est un silico-aluminate de protoxyde de fer, dont la composition est, d'après M. Berthier (tome II du Traité des Essais par la voie sèche, page 233):

Protoxyde de fer. .	0,747
Silice.	0,124
Alumine.	0,078
Eau.	0,051
	1,000

Cette variété se présente en rognons irréguliers au milieu du minerai brun, c'est-à-dire dans la partie basse du gîte. Le minerai oolithique

est phosphoreux, et il renferme accidentellement de la pyrite de fer en rognons cristallisés à la surface. Il rend en moyenne 33 p. o/o de fonte; celle-ci est assez estimée pour le moulage, mais elle produit un fer cassant à froid. Malgré cette imperfection, il constitue, pour les usines des arrondissements de Briey et de Thionville, une ressource très-précieuse, tant à raison de son abondance qu'à cause de sa fusibilité. Non-seulement ce minerai alimente, presque à l'exclusion de tout autre, les fourneaux au coke de la contrée; mais il entre encore pour une portion plus ou moins considérable, selon la qualité de la fonte qu'on veut obtenir, dans le lit de fusion des fourneaux au bois, les minerais siliceux qu'on y brûle ayant besoin d'être unis à un fondant très-énergique. Pour la fonte de *fer fort*, cette proportion varie de 1/15 à 1/10. Seul, le minerai oolithique est ordinairement fusible sans le secours de castine, surtout quand on peut composer la charge de minerais de diverses provenances. Dans le cas contraire, on facilite la fusion en le mélangeant à des scories de forge, lorsque le calcaire prédomine dans le ciment, ou à de la castine, lorsque c'est l'argile.

Le minerai oolithique occupe, comme on l'a vu plus haut, une position géologique parfaitement déterminée, ayant pour mur le grès supraliasique, et pour toit des marnes compactes, micacées, grises ou verdâtres. Il forme, dans tout le plateau jurassique occidental du département de la Moselle, un horizon d'une constance remarquable. Placé à la limite du groupe marneux et du groupe calcaire, il suit leurs ondulations et permet de saisir leurs rapports. Ainsi, tandis qu'on le voit affleurer, dans la vallée de la Moselle, aux deux

tiers environ de la hauteur des collines qui la dominent, on reconnaît, lorsque l'on s'avance vers l'Ouest, en pénétrant dans les vallées transversales, qu'il s'abaisse avec les marnes et finit bientôt par passer au-dessous du fond de ces vallées. La même chose s'observe lorsque l'on part du pied de la falaise qui termine le plateau du côté de la Belgique; de telle façon que le gîte oolithique ne paraît au jour que dans un espace qui suit exactement le contour de cette falaise, sur une profondeur de 3 à 8 kilomètres. Il n'y a donc point lieu de le chercher sur les flancs des vallées de la partie centrale du plateau, bien qu'il semble hors de doute qu'il existe au-dessous de celles-ci à une profondeur plus ou moins considérable, suivant la position qu'elles occupent. Mais si les limites dans lesquelles le minerai oolithique est renfermé, le grès supraliasique d'une part, les marnes grises micacées de l'autre, restent constamment les mêmes en quelques points du plateau qu'on les observe, il s'en faut de beaucoup qu'on en puisse dire autant de la puissance et de la composition du gîte. Rien n'est au contraire plus variable, et il ne sera pas sans intérêt de le suivre, dans les principales localités où il est reconnu ou exploité (1).

Vallée de la Moselle.

Dans ces derniers temps, les coteaux qui dominent la vallée de la Moselle, aux environs de Metz, ont été explorés de façon à ne laisser aucun doute sur la continuité du gîte dans cette partie du plateau oolithique. Il résulte d'un nombre très-considérable de fouilles, qu'il forme une seule couche de $1^m,80$ à $2^m,20$ de puissance, laquelle repose sur le marlysandstone, et est recouverte par des marnes micacées. Le minerai des environs

(1) Voir le plan général, *Pl. VIII*.

de Metz est à ciment argileux et assez riche ; il renferme beaucoup de pholadomyes et de bélemnites.

Vallée de l'Orne. Le gîte oolithique est plus développé dans la vallée de l'Orne. Il y a dans cette vallée deux exploitations souterraines, l'une à Rosselange, l'autre à Moyeuvre. La première est ouverte dans une couche de 2 mètres de puissance, contenant de très-petites oolithes réunies presque sans ciment et des débris de coquilles ; on y trouve quelques lentilles de calcaire lamellaire pénétré de minerai. Au-dessus de l'entrée de la mine, on voit deux autres couches moins puissantes, séparées par des assises minces de calcaire marneux ; elles renferment des grains dont la grosseur atteint celle d'un pois, et sont elles-mêmes recouvertes par les marnes grises, micacées, déjà signalées. La tonne du minerai de Rosselange revient à 1fr.,40 sur le carreau de la mine.

On exploite, dans la mine de Moyeuvre, sur une hauteur de 2 mètres, la partie supérieure d'un banc qui a 3 mètres de puissance moyenne et appartient à la partie inférieure du gîte. Le minerai est semblable à celui de Rosselange ; on y rencontre moins de lentilles calcaires. Le minerai bleu n'est pas rare dans cette exploitation ; les fossiles très-remarquables qui en proviennent appartiennent principalement aux genres ammonites, nautiles et bélemnites. Le banc exploité est recouvert par une succession de lits de calcaire marneux, qui alternent avec de petites couches de minerai oolithique peu consistant, et sont terminés par des marnes grises. On aperçoit très-bien cette succession au-dessus d'une ancienne galerie entre Moyeuvre et l'usine de Jamailles, ainsi que dans une carrière ouverte à l'entrée de la vallée du Conroi,

laquelle débouche à Moyeuvre dans celle de l'Orne.

Le mode d'exploitation suivi à Moyeuvre consiste à diviser la masse en massifs très-étendus que l'on reprend ensuite, en y abandonnant des piliers et en exécutant quelques remblais avec les matériaux provenant d'une couche de calcaire marneux d'un pied de puissance, qui existe au toit de la mine.

La tonne de ce minerai, rendue à l'usine de Moyeuvre, laquelle n'est séparée de l'entrée de la galerie de roulage que par la route de Thionville à Briey, coûte 2fr.,73. On peut décomposer ce prix de la manière suivante :

	fr.
Salaire des mineurs.	1,00
Id. des chargeurs.	0,06
Id. des brouetteurs.	0,09
Id. des wagonniers et employés aux treuils.	0,18
Réparations, outils, galeries nouvelles.	0,45
Bois, fer, sable, wagons.	0,35
Commis, peseur, médecin, secours.	0,20
Cassage.	0,15
Déchet, environ 1/10.	0,25
Total.	2,73

Vallée de la Fensch.

La vallée de la Fensch est au Nord et seulement à quelques kilomètres de distance de la vallée de l'Orne. Les circonstances du gisement du minerai oolithique ne diffèrent pas sensiblement de celles observées dans cette dernière. Il y a eu autrefois des exploitations à Knutange ainsi qu'entre Beuvange-sous-Saint-Michel et Algrange ; mais tout le minerai nécessaire à l'usine de Hayange est tiré aujourd'hui d'une mine dont l'entrée se trouve sur la route de Metz à Longwy, en face et à la hauteur des gueulards des hauts-fourneaux. Comme à Moyeuvre, les travaux sont ouverts dans la partie inférieure

du gîte, et on voit, dans une tranchée faite dans la côte pour l'établissement de la route, la succession des lits de calcaire marneux et de minerai oolithique déjà observée dans la vallée de l'Orne. La seule différence qui existe entre ces deux exploitations, c'est qu'à Hayange on rencontre dans la couche beaucoup plus de parties calcaires pauvres en minerai, formant des lentilles et même des bancs continus, qui permettent d'exécuter des remblais complets et d'exploiter par grandes tailles. Certaines galeries de la mine de Hayange fournissent beaucoup de minerai bleu; on y trouve les mêmes fossiles qu'à Moyeuvre.

La tonne de minerai revient à l'usine au prix de 2fr.,74, conformément au détail suivant :

	fr.
Salaire des mineurs.	1,30
Id. des wagonniers.	0,14
Réparations, outils, galeries nouvelles. .	0,40
Bois, fer, sable, wagons.	0,30
Commis, peseur, médecin, secours. . . .	0,20
Cassage.	0,15
Déchet.	0,25
	2,74

Vallée d'Ottange.

La vallée d'Ottange est, de tous les points du département, celui où le gîte oolithique se montre avec le plus grand développement. Il forme, comme le montre la *fig. 2, Pl. VI*, deux grandes masses principales séparées par un intervalle stérile de 25 mètres de hauteur. L'inférieure s'observe dans l'exploitation à ciel ouvert de Valerz, sise sur le flanc gauche de la vallée, à quelques pas de la frontière du Luxembourg. La couche qu'on y exploite repose sur le grès supraliasique qui forme en ce point le fond de la vallée; elle a 5 mètres de

puissance. Cette couche est une agrégation extrêmement confuse de grains très-fins d'hydroxyde, mélangés à d'autres plus gros et empâtés dans un ciment brun veiné de bleu et de vert. Il s'en faut de beaucoup que toute la masse soit propre à la fusion ; quelques parties ne contiennent qu'un calcaire marneux coloré par des silicates de protoxyde de fer et pénétré de quelques oolithes ferrugineuses. On trouve dans ce banc beaucoup de bélemnites. Il est recouvert par une succession de couches sableuses peu consistantes, dans lesquelles domine tantôt le calcaire, tantôt l'hydroxyde oolithique. Ces couches sont mises à jour dans d'anciennes excavations sur une cinquantaine de mètres de longueur. On y remarque des sphéroïdes de calcaire lamellaire, qui interrompent la stratification et se brisent en plaques très-minces parallèles à celle-ci. L'ensemble de ces couches est traversé, en tous sens, par des veinules d'oxyde de fer brun passant à l'hématite, lesquelles forment, dans l'intérieur des sphéroïdes, des anneaux concentriques. On rencontre ensuite, en remontant la vallée, des couches d'un calcaire marneux verdâtre qui ne renferme plus que quelques grains de minerai. C'est sur ces couches que repose la seconde masse formée d'un seul banc de 4^{m},50 de puissance; le minerai est argileux, rouge, et il renferme en grande abondance des oolithes ferrugineuses. On remarque à la partie supérieure de cette masse un lit calcaire qui contient des grains de minerai pauvre, dont la grosseur atteint celle d'une noix, et beaucoup de coquilles brisées. Immédiatement au-dessus paraissent les marnes grises micacées sur une hauteur de 20 mètres; elles renferment là beaucoup de bélemnites. Cette

partie supérieure du gîte est mise à jour à une petite distance du village d'Ottange, dans une large tranchée qui a été faite pour la construction d'un haut-fourneau ; on l'a aussi traversée par un sondage ouvert sur le flanc gauche de la vallée, en face de l'ancienne usine. En résumé, la puissance du gîte à Ottange est de 35 mètres, sur lesquels il y a 9m,50 de minerai exploitable. Celui que l'on extrait à Valerz revient sur place à 1 franc la tonne.

Vallée de l'Alzette.

Si de la vallée d'Ottange nous passons dans celle de l'Alzette qui en est voisine, nous trouvons les mêmes circonstances de gisement pour le minerai oolithique, toutefois avec un développement moins considérable; la masse supérieure, si puissante dans la première vallée, paraît être ici considérablement réduite. Le gîte se compose d'alternances de couches minces de minerai et de calcaire lamellaire sableux, renfermant quelques grains d'hydroxyde. Il y a, à la partie inférieure du dépôt, une couche de minerai dont la puissance varie entre 2 et 3 mètres, et on rencontre toujours à la partie supérieure les marnes grises, micacées, dont il a été question. L'ensemble de la formation peut avoir de 15 à 20 mètres de puissance. Elle est exploitée à ciel ouvert dans trois localités voisines de la vallée de l'Alzette : 1° au sommet de la colline qui domine le village de Russange; 2° près du haut-fourneau de Sainte-Claire; 3° sur le chemin de cette usine à Thil. Elle se montre au jour en beaucoup d'autres points, notamment dans un chemin creux qui traverse ce dernier village, dans un petit vallon au-dessous de Cantebonne, au Kamerberg près d'Audun, et sur le chemin d'Audun à Villerupt.

Vallées de la Moulaine et de la Côte-Rouge.

Les vallées de la Moulaine et de la Côte-Rouge présentent également une succession de couches de calcaire sableux et de lits de minerai oolithique rougeâtre, dont la partie inférieure consiste en une couche assez puissante de minerai. Ce sont les assises supérieures que l'on exploite sur les deux flancs de la vallée de la Moulaine, près de l'ermitage Saint-Jacques, pour le service de l'usine récemment créée dans cette localité. On y remarque, immédiatement au-dessous des marnes grises, une couche calcaire peu épaisse pénétrée d'une grande quantité d'empreintes de bivalves difficiles à déterminer et de grains oolithiques de la grosseur d'un pois. Au Bochet, près des forges d'Herserange, et à la butte du Stemery, commune de Saulnes, l'exploitation a lieu par tranchées à ciel ouvert et par petites galeries dans la couche inférieure, laquelle est très-sableuse et renferme, en outre, de gros blocs de calcaire bleu qui se fondent dans la masse et sont la représentation du minerai bleu de Hayange. Le minerai du Stemery est presque friable; il contient beaucoup de coquilles brisées en très-petits fragments; les plaquettes d'hématite de fer y sont aussi très-abondantes.

Vallée de la Chiers.

Sur la berge gauche de la route de Longwy à Arlon, près du village de Mont Saint-Martin, le gîte paraît au jour sur une grande hauteur; il ressemble pour sa composition à celui qui est exploité à Moulaine. Il n'y a point d'exploitation dans cette localité; mais, si on descend un peu dans la vallée de la Chiers, on rencontre bientôt le village de Longwy-Bas, près duquel il en existe plusieurs. On ne retrouve plus là les alternances de calcaire et de minerai presque friable que nous avons observées en un si grand nombre de points. Le gîte est réduit à deux ou trois couches assez puissantes

d'hydroxyde oolithique, dans lesquelles domine un ciment calcaire très-consistant. La couche inférieure renferme du minerai bleu et affleure à une petite hauteur au-dessus du fond de la vallée, de telle façon que, si l'on suit le cours de la Chiers vers le Sud-Ouest, on perd promptement le gîte. Je l'ai cependant retrouvé sur le flanc gauche de cette vallée un peu au delà de Vezin, non loin de la limite du département de la Meuse. Il m'a paru ne former là qu'une seule couche; mais comme ce point est le plus éloigné vers l'Ouest de tous ceux où l'on a rencontré jusqu'ici le minerai oolithique, la découverte a de l'importance pour les forges de cette région, qui s'approvisionnent dans la vallée assez éloignée du Coulmy.

Vallée du Coulmy.

Il me reste, pour terminer la description géologique du gîte d'hydroxyde oolithique, à dire comment il se présente dans cette vallée. Il forme deux couches séparées par un banc de calcaire marneux verdâtre, de $0^m,75$ d'épaisseur. La couche inférieure a $2^m,50$ de puissance et la supérieure 1 mètre. Toutes les deux ne renferment presque pas de ciment, de telle façon que le minerai qu'elles fournissent, étant exposé à l'air, tombe en poudre. Ce minerai est très-riche, mais il renferme malheureusement quelques grains de quartz, et il a l'inconvénient d'être projeté hors des fourneaux par le vent des tuyères. On y trouve des belemnites (*Belemnites* compressus, bruguierianus) et des ammonites. Il y a dans la vallée du Coulmy trois concessions dont une seule est exploitée; les travaux sont ouverts dans la couche inférieure. Le minerai du Coulmy est vendu sur place au prix de $1^f,60$ à $1^f,80$ la tonne.

Résumé et conclusion.

Si nous résumons maintenant les faits principaux qui résultent de la description qui précède,

nous voyons que le gîte oolithique, réduit à une seule couche de 2 mètres d'épaisseur aux extrémités méridionale et occidentale de la falaise qui limite le plateau jurassique de la Moselle, prend un développement graduel à mesure qu'on l'observe en des points plus rapprochés de l'extrémité Nord-Est de cette falaise, extrémité vers laquelle il atteint sa plus grande puissance. Il ressort également de ce qui a été dit que la partie inférieure du gîte fait corps avec le grès supraliasique, soit parce qu'elle renferme quelquefois, comme ce dernier, des grains de quartz, soit parce que l'on aperçoit souvent les veinules d'hématite courir de l'une des assises dans l'autre. Il est impossible, dans la plupart des cas, d'établir entre elles une séparation bien marquée, et l'on en doit conclure que l'on a considéré à tort la couche d'hydroxyde comme formant la base de l'étage oolithique inférieur, et le grès comme l'assise la plus élevée du lias. D'un autre côté, si on place la limite des deux terrains au-dessus des marnes qui limitent le gîte ferrifère, on éprouve quelque embarras pour expliquer la présence, au milieu des couches de minerai, de calcaires lamellaires qui ont la plus grande analogie avec ceux qui sont superposés aux marnes. Il ne faut pas oublier non plus que l'on ne rencontre rien dans le lias qui ait quelques traits de ressemblance avec l'hydroxyde oolithique, tandis que, vers le milieu de l'étage des calcaires lamellaires, on trouve des couches marneuses pénétrées d'oolithes qui ne diffèrent du minerai que parce qu'elles sont moins riches. Ces considérations me font pencher à comprendre l'hydroxyde oolithique dans l'étage oolithique inférieur, et à reporter la limite de cet étage à un niveau plus bas, au-dessous du grès, par exemple.

Je ne me dissimule pas toutefois que la question de la séparation des terrains ne peut être résolue que par des observations faites sur une plus grande échelle que celles que j'ai été en position de rassembler, et que l'étude des fossiles doit venir en aide à sa solution. Aussi je ne produis ici mon opinion qu'avec beaucoup de réserve, la croyant très-susceptible d'être controversée.

Comme dernière conséquence des détails dans lesquels je suis entré, je dois faire remarquer qu'en limitant l'étendue du gîte à la partie qui est connue par les affleurements, et en s'abstenant de toute hypothèse sur son prolongement très-probable, cependant, au-dessous de la portion centrale du plateau, on peut dire que l'avenir des usines qu'il alimente est assuré pour un temps presque indéfini. Nous avons vu, en effet, qu'il se montre au jour sur une profondeur de 3 à 8 kilomètres, sur les flancs de toutes les vallées qui aboutissent au grand escarpement par lequel le plateau est limité à l'Est et au Nord. Le pourtour de cet escarpement, depuis Metz jusqu'à la limite du département de la Meuse, n'a pas moins de 110 kilomètres de développement. Que l'on calcule ce qu'une pareille bande peut produire de minerai, en s'en tenant même à l'épaisseur minimum de 2 mètres, et l'on verra que ce n'est pas par siècles, mais par milliers d'années, qu'il faut compter le temps pendant lequel elle pourra fournir à la consommation des usines du groupe, laquelle serait d'environ 100.000 tonnes par année, si on les supposait toutes en pleine activité.

2° *Minerais en grains remplissant des cavités dans l'étage oolithique inférieur.*

Généralités. J'ai rangé, dans une catégorie à part, les mine-

rais de fer, en rognons et en grains, qui se présentent disséminés au milieu d'argiles ocreuses, et remplissant de grandes cavités dans l'étage oolithique inférieur, ou en recouvrant simplement la surface. Le type des minerais de cette catégorie est un hydroxyde légèrement caverneux, brun jaunâtre ou brun taché de rouge ou de jaune. Il est fréquemment associé avec de la silice à divers états, et l'on peut dire qu'il y a très-peu de minerais qui n'en renferment pas une proportion plus ou moins considérable. Indépendamment de celle qui est disséminée dans la masse, les minerais les plus riches présentent encore habituellement des géodes et de petites veinules tapissées de cristaux de quartz. Lorsque la proportion du quartz augmente, on a des grès à grains très-fins, cimentés par de l'oxyde de fer brun ou jaune, lesquels sont très-durs et très-réfractaires; certaines variétés de ces grès offrent dans leur cassure l'aspect des quartzites. Dans quelques-uns de ces grès, la matière ferrugineuse se réduit à de simples veinules qui se croisent en tous sens et comprennent entre elles des sortes de nids remplis d'une poudre siliceuse blanche, excessivement fine. Enfin, on trouve en relation avec le minerai, dans presque toutes les minières, des masses siliceuses grises, opaques, légèrement caverneuses et ressemblant beaucoup aux meulières des terrains tertiaires.

Quelques variétés de minerai en grains sont calcarifères; elles se rencontrent toujours dans le voisinage des roches jurassiques qui encaissent le dépôt.

On voit souvent le minerai pénétrer dans le calcaire et le remplacer, sans faire disparaître sa texture reconnaissable aux lamelles de chaux carbonatée et aux coquilles brisées que l'on rencontre dans presque toutes les assises de l'étage oolithique

inférieur. On trouve même quelquefois, au milieu de masses considérables de minerai, des empreintes de fossiles faciles à déterminer; mais elles sont toutes jurassiques, empruntées à la roche encaissante, et n'apprennent rien sur l'âge du minerai, dont le dépôt est, comme on le verra plus loin, bien postérieur à celui de cette roche. Celles que je possède appartiennent à une petite térébratule striée, à une trigonie et à des polypiers du genre astrée; elles proviennent toutes des bois d'Aumetz.

Enfin on rencontre aussi, mais assez rarement, du minerai manganésifère d'un brun très-foncé. Cette variété, ainsi que la variété calcarifère, sont de beaucoup les plus estimées.

Ces minerais et les masses siliceuses qui les accompagnent se présentent en grains ou en rognons de diverses grosseurs. Il y a des grains qui ne dépassent pas les dimensions d'une tête d'épingle et des blocs dont le volume atteint plusieurs mètres cubes (1). Ces blocs offrent souvent à leur surface des aspérités délicates qui excluent l'idée d'un transport même à une petite distance; la petite mine et la mine moyenne, au contraire, sont généralement lisses. La forme des rognons de minerai est presque toujours un indice certain de leur qualité. Quand le minerai est riche, ils sont plats et présentent des arêtes vives; quand il est siliceux, au contraire, ils sont arrondis et tuberculeux. L'argile qui renferme le minerai est colorée en jaune ou en rouge; elle se divise en fragments recouverts à la surface d'un enduit très-mince d'oxyde de fer brun ou bleuâtre, et dû soit à de l'oxyde de fer, soit à de l'oxyde de manganèse; elle est quelquefois sa-

(1) On en a observé, dans les minières d'Aumetz, qui avaient jusqu'à 200 mètres cubes. J. L.

bleuse. Cette argile est rarement en contact avec la roche calcaire; il arrive le plus souvent qu'elle repose sur une argile stérile, plus compacte, que les mineurs reconnaissent facilement et qu'ils désignent sous le nom de *paroi* ou de *talus*. La disposition relative de ces deux sortes d'argile est quelquefois très-complexe et très-bizarre. La *fig.* 3, *Pl. VI*, montre une de ces dispositions, que j'ai observée dans les bois de Ville-Houdelémont, et dans laquelle on voit l'argile minérale remplir, au milieu de l'argile stérile, des espèces de poches reliées entre elles par de petits filons.

Le dépôt argileux qui contient le minerai de fer est tantôt simplement superficiel, tantôt il atteint une profondeur qui va jusqu'à 30 et 40 mètres. Dans ce dernier cas, les vides qu'il remplit ont la forme d'entonnoirs coniques ou, plus ordinairement, de cavités allongées suivant des directions soumises, comme on le verra plus loin, à des lois constantes. Ces cavités entament l'étage oolithique inférieur depuis la grande oolithe inclusivement jusqu'aux assises les plus basses du calcaire lamellaire. On donne le nom de mine *de gazon* à celle qui se présente à la surface du sol, et on appelle mine *de fondation* celle qui est déposée dans des cavités plus ou moins profondes.

De même que l'hydroxyde oolithique forme la principale ressource des fourneaux au coke des arrondissements de Briey et de Thionville, de même les minerais en rognons et en grains approvisionnent presque en totalité les usines au bois. Les gros blocs fournissent un minerai immédiatement propre à la fusion ; mais les rognons dont le volume est inférieur à 1 décimètre cube ont besoin, pour être utilisés, d'être débarrassés par le lavage de l'argile qui les souille. Le minerai pur de cette ca-

tégorie rend de 40 à 50 p. o/o de fonte; celle-ci produit un fer nerveux très-estimé, qui a valu à ces minerais la dénomination de minerais de *fer fort*, sous laquelle ils sont généralement connus dans la contrée. Ainsi, pour la qualité et la richesse, les minerais en grains sont incomparablement supérieurs à l'hydroxyde oolithique; mais, d'un autre côté, les gîtes qu'ils forment sont beaucoup moins étendus que le gîte de ce dernier minerai. Le peu d'espace qu'ils occupent, comparé à la masse nécessaire à l'alimentation annuelle de 25 fourneaux au bois, n'a pas été sans faire concevoir quelques doutes sur l'avenir de ces usines. Pour les éclaircir, on a entrepris, dans ces derniers temps, des recherches qui ont jeté le plus grand jour tant sur la disposition de ces gîtes que sur leur richesse, et ont permis de faire quelques conjectures sur leur origine et la manière dont ils se sont formés. En même temps, on a dressé des plans exacts des principales minières, lesquels n'ont pas peu contribué à mettre en relief les notions que l'on avait acquises. On a ainsi pu faire une étude complète de ces gîtes, étude intéressante à plus d'un titre, comme on le verra plus loin, et dont je vais faire connaître les principaux résultats (1).

Il existe, dans le département de la Moselle, trois gîtes principaux de minerais en grains, remarquables par leur étendue, et un grand nombre d'autres gîtes moins importants. Ils sont disposés, à de très-rares exceptions près, le long de la frontière Nord-Ouest du département, à une petite distance de la falaise qui termine le plateau jurassique de ce côté. Un seul gîte, placé en dehors de

(1) Voir le plan général, *Pl. VIII*.

cette ligne, mérite quelque attention : c'est celui de Malancourt, par la description duquel je commencerai. Je suivrai ensuite les autres en marchant de l'Est vers l'Ouest, comme je l'ai déjà fait pour l'hydroxyde oolithique.

On a exploité, il y a quelques années, près de Malancourt, village situé sur le plateau qui domine au Sud la vallée de l'Orne, un minerai en petits grains qui se trouvait disposé dans une espèce de caverne, s'enfonçant sous des roches en place d'une épaisseur de 3 à 4 mètres; la veine était sinueuse et avait en moyenne 3 mètres de profondeur sur 5 mètres de largeur. Je ne signale ce gîte, d'un intérêt sans doute fort secondaire et dont l'exploitation est aujourd'hui abandonnée, qu'à raison de la manière dont le minerai était recouvert : circonstance que nous verrons se reproduire dans plus d'une localité. Minières de Malancourt.

Le gîte d'Aumetz et d'Audun-le-Tiche est l'un des trois principaux gîtes de la contrée, et, sans contredit, le plus riche des trois. Il forme, indépendamment de quelques veines éparses, un groupe très-important qui s'étend sur 125 hectares environ des bois d'Aumetz, d'Audun, d'Ottange, de Bockholtz et sur quelques propriétés particulières livrées à la culture. Ces bois sont situés à 4 kilomètres au Nord-Est du village d'Aumetz, et à une petite distance au Sud du point où viennent aboutir les deux falaises qui limitent le plateau jurassique du côté de l'Est et du Nord. La *fig.* 5, *Pl. VI*, donne le plan de ces bois et montre la disposition du gîte telle qu'elle résulte des recherches qui y ont été entreprises dernièrement. Ils occupent une sorte de butte élevée d'environ 40 mètres au-dessus du niveau général du plateau dans les environs d'Aumetz, et ayant grossièrement la Minières d'Aumetz, d'Audun et d'Ottange.

forme d'un cône à base elliptique, dont le grand axe est dirigé à peu près Est 30° Nord, Ouest 30° Sud. Le sommet de ce cône se trouve à la limite commune des bois d'Aumetz, d'Audun et de Bockholtz, au lieu appelé *la borne de fer*; il est à 460 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est le point culminant de toute la contrée et même de tout le département, si l'on en excepte quelques pics de grès vosgien qui se trouvent, dans le pays de Bitche, sur le prolongement de la chaîne des Vosges. Du côté de l'Ouest et du Sud, le monticule qui renferme le gîte est bordé par des vallées sèches peu profondes; la première, connue sous le nom de *Champ Rouard*, descend vers la vallée d'Audun-le-Tiche; la seconde, appelée *Fond de Kaler*, forme l'extrémité de la vallée d'Ottange.

Le sol de ce monticule est occupé par les couches de l'étage oolithique inférieur; l'assise la plus élevée qu'on y observe est le calcaire saccharoïde fragmentaire; il est exploité dans une petite carrière qui se trouve dans le quart en réserve des bois d'Audun-le-Tiche, près du chemin de ce village à Ottange. Si l'on considère qu'on rencontre cette même assise à un niveau bien inférieur le long du chemin d'Aumetz à Ottange, à l'entrée du bois et sur les pâtis de cette commune, ainsi qu'à la ferme d'Hirps, on est conduit à penser que la plaine, située au pied du monticule qui renferme le gîte de minerai, a été abaissée par l'effet d'une faille qui suivrait d'abord le fond de Kaler, puis se dirigerait ensuite sur Audun en longeant la lisière des bois de cette commune. Au Sud et à l'Ouest de cette faille, le terrain, quoique très-sensiblement déprimé, présente des assises supérieures au calcaire à polypiers : ainsi on observe successivement, en marchant vers Aumetz, le

fullers-earth, puis, dans le village même, la grande oolithe, et plus loin encore, près de la tuilerie de Havange, l'argile bradfordienne. La même chose a lieu lorsque l'on monte dans les bois qui occupent le versant méridional du fond de Kaler : on arrive bientôt sur un plateau qui présente des carrières dans la grande oolithe, quoiqu'il soit notablement moins élevé que la borne de fer. Cette borne, point culminant des minières, est en même temps celui où le gîte atteint la plus grande profondeur. Celle-ci n'a pas encore pu être estimée ; on sait seulement qu'elle est supérieure à 30 mètres, puisqu'un puits qui a été creusé dans une ancienne fouille, située à un niveau un peu plus bas, a été poussé jusqu'à 31 mètres sans rencontrer la roche calcaire.

La disposition du gîte est fort bien mise à jour autour de la borne de fer, dans le quart en réserve d'Aumetz, où l'exploitation a été concentrée jusqu'ici. Le minerai occupe toute la surface de ce bois ; mais, en certaines places, il atteint une grande profondeur en pénétrant dans les dépressions du calcaire, dépressions parfaitement accusées par les travaux d'exploitation et que l'on a dessinées sur le plan. Elles forment, comme on peut le remarquer, soit des entonnoirs isolés, soit de grandes cavités parallèles allongées suivant deux directions principales : l'une, c'est la plus commune, est Nord 20° à 30 Est, Sud 20° à 30° Ouest ; l'autre fait avec le Nord un angle de 50° à 60° du côté de l'Est. On continue d'exploiter par petits puits ces veines et ces poches jusqu'à des profondeurs de 10, 15, 20 et même 30 mètres ; mais, dans la plus grande partie des cas, on ne pousse pas les travaux jusqu'à la roche encaissante, soit par suite de la difficulté d'aérer convenablement

de semblables puits, soit à cause de leur peu de solidité. Le minerai qu'ils fournissent se trouve partie en blocs d'un volume considérable, partie en grains de faibles dimensions. En général, celui que l'on extrait du fond des puits est d'excellente qualité, tandis que celui que l'on rencontre sur le sol, autour de la borne de fer, est très-siliceux.

Avant les recherches qui ont été entreprises récemment dans les bois d'Aumetz et d'Audun, le gîte n'était un peu connu que dans l'espace circonscrit dont je viens de parler ; mais depuis qu'elles sont terminées, on a des notions fort précises sur sa disposition dans toute l'étendue des bois. Pour se faire une idée très-exacte de cette disposition, il faut jeter les yeux sur le plan des minières. On voit d'abord que la terre minérale couvre complétement, jusqu'à une distance de plusieurs centaines de mètres, les flancs du cône au sommet duquel est située la *borne de fer*; puis qu'elle se divise, en descendant le long de ces flancs, en plusieurs branches qui, parvenues à la base du cône, suivent, quelquefois sur une assez grande longueur, les vallées sèches qui entourent cette base. D'ailleurs l'épaisseur du dépôt varie considérablement dans cette étendue; il se réduit en certaius points à 20 centimètres; en d'autres, il atteint plus de 30 mètres. Les recherches ont montré que les grandes puissances de terre minérale se trouvent assez généralement sur le prolongement des veines mises à jour dans le quart en réserve d'Aumetz; de telle façon que l'on est fondé à penser que les observations faites sur la direction de ces veines seront confirmées par les exploitations à venir. Les branches dont il vient d'être question sont au nombre de six. Nous allons les suivre, en allant du Nord à l'Est, puis au Sud :

1° La branche du champ Rouard. Elle descend dans le bois de Bockholtz et tourne autour d'une petite protubérance calcaire qui se trouve à la pointe du bois ; elle suit ensuite la dépression formée par le champ Rouard et le champ Bastien. Cette veine, qui est assez riche, n'a été exploitée que dans la partie qui se trouve en dehors du bois, et, là, la roche qui la renfermait est parfaitement mise à nu. Cette roche, composée de gros bancs de calcaire lamellaire, sableux, contenant beaucoup d'encrines, ne présente pas de traces de dérangement; mais on remarque que les parois de de la veine sont corrodées sur une profondeur de plus de 5 centimètres. La pierre est percée de trous cylindriques qui se manifestent en tous sens et qui renferment de l'argile avec de petits grains de minerai; il arrive souvent que les grains ne peuvent être dégagées de la pierre qu'en la cassant. Dans une carrière ouverte à l'extrémité de la veine du champ Rouard, on a trouvé un boyau rempli de terre minérale, qui a été suivi et exploité sur une longueur de plus de 30 mètres. Ces faits, qui sont analogues à celui déjà observé à Malancourt, sont très-intéressants pour l'histoire des gîtes des minerais en grains; nous en tirerons plus loin les conséquences qui en découlent.

2° La branche de Bockholtz et du Kirchgrund. Elle descend, à partir de la borne de fer, vers le Nord-Est, et comprend une bonne partie du bois de Bockholtz, un peu du quart en réserve d'Audun, et va finir sur les pâtis et dans les coupes affouagères de cette commune. Cette branche est très-étendue et très-riche; on y trouve des épaisseurs de minerai de 8, 10, 13 et jusqu'à 31 mètres. Le pâtis du Kirchgrund est le seul point où elle ait été exploitée. Il faut bien remarquer que

la grande ligne, à peu près droite, qui la limite dans le bois de Bockholtz, du côté du Nord, correspond à une petite dépression, au delà de laquelle le sol s'élève tout à coup assez abruptement, en formant une pente opposée à celle du monticule qui renferme les minières.

3° La branche de la Plantation et des pâtis communaux d'Ottange. Elle s'embranche sur la précédente près du chemin d'Audun à Ottange, traverse le quart en réserve d'Audun, le bois de M. d'Hunoldstein connu sous le nom de *Plantation*, vient déboucher sur les pâtis communaux d'Ottange, se perd sur la pente rapide qui aboutit au fond de Kaler, et reparaît ensuite dans ce fond qu'elle suit sur une assez grande longueur. Cette branche très-étendue est excessivement étroite; elle est d'ailleurs en partie épuisée tant par les exploitations récentes que par celles qui ont été faites à la fin du dernier siècle dans le quart en réserve des bois d'Audun. J'ai vu exploiter, dans une carrière de calcaire fissuré qui se trouve sur la route d'Aumetz à Ottange, à l'extrémité de cette veine, une poche presque entièrement fermée qui contenait du minerai en petits grains arrondis.

4° La branche du quart en réserve d'Audun. Elle descend vers le Sud-Est, partie dans le quart en réserve des bois d'Audun, partie dans les coupes affouagères de ces mêmes bois, et vient finir sur les pâtis d'Ottange par une grande quantité de petits entonnoirs qui ont été exploités. C'est sur cette branche que sont situées les exploitations ouvertes dans les bois d'Audun; elle a surtout de la profondeur le long de la limite des deux bois.

5° La branche des coupes affouagères d'Aumetz. Elle descend vers le Sud et vient aboutir à une minière exploitée pour le haut-fourneau d'Ottange

et au fond de Kaler. Elle est passablement étendue, fort riche et à peu près vierge; on y a trouvé des épaisseurs de minerai qui vont jusqu'à 20 mètres.

6° La branche de la fosse aux Trois-Poiriers. Dirigée vers le Sud-Ouest, partie dans les coupes affouagères d'Aumetz, partie dans celles d'Audun, elle est assez riche et entièrement vierge.

Indépendamment du gîte principal que je viens de décrire et qui serait assez bien figuré par une étoile, le plateau d'Aumetz renferme encore plusieurs veines qui paraissent en être indépendantes. Les principales sont situées dans le bois d'Ottange dit les Treize-Coupes, dans les champs voisins et au lieu dit le Veisperick, commune d'Audun-le-Tiche. On a aussi exploité sur le plateau opposé de la vallée d'Ottange, dans les bois de Volmerange, quelques poches remplies de minerai, qui établissent une liaison entre le gîte d'Aumetz et ceux du pays de Luxembourg.

L'évaluation approximative de la richesse du groupe principal que forme ce gîte a été rendue possible par les recherches que l'on a exécutées dernièrement dans les bois d'Aumetz, d'Audun et de Bockholtz, recherches qui ont consisté en un grand nombre de coups de sonde et de puits. Pour procéder à cette évaluation, on a partagé toute la surface occupée par le gîte en carrés d'un hectare, et on a pris, dans chaque hectare ou portion d'hectare, la profondeur moyenne de la terre minérale. On a calculé, d'après le produit des recherches, que chaque mètre cube de cette terre non remuée contient 700 kilogrammes de minerai, d'où il a été facile de déduire qu'un hectare de terre minérale, sur une épaisseur de 1 mètre, renferme 7.000.000 de kilogrammes de minerai. Ceci posé,

on a trouvé, en faisant abstraction du quart en réserve d'Aumetz qui n'a pu être exploré, qu'il y a dans les bois occupés par le reste du gîte :

	Tonnes de minerai propre à la fusion.
17,85 hectares de terrains contenant depuis $0^m,1$ jusqu'à 1 mètre de puissance de minerai, et renfermant approximativement. .	48.635
8,90 hectares de terrains contenant depuis 1 jusqu'à 2 mètres de puissance de minerai, et renfermant approximativement. .	94,780
65,90 hectares de terrains contenant au delà de 2 mèt. de puissance de minerai, et renfermant approximativement.	2.292.780
Totaux 92,65 hectares.	2.436.195

Le bois de Bockholtz contient à lui seul la moitié de ce minerai, et le reste se partage par parties égales entre les bois d'Aumetz et d'Audun. Dans l'évaluation qui a été faite ne sont pas comprises les propriétés particulières sises au Kouespaum, à la Taille des maréchaux et au champ Rouard, et qui sont presque épuisées. Le gîte d'Aumetz est actuellement exploité sur plusieurs points, notamment dans le quart en réserve de cette commune, dans celui d'Andun-le-Tiche et sur la lisière du bois de Bockholtz, près du champ Ruard et du Kirchgrund. L'exploitation se fait de temps immémorial, dans le quart en réserve d'Aumetz, en ouvrant des puits très-rapprochés les uns des autres, de 1 mètre à $1^m,50$ de diamètre, et soutenus par des branchages de bois vert pliés en cerceaux, que l'on fonce, autant que possible, jusqu'à la roche calcaire ou jusqu'à l'argile stérile qui recouvre souvent celle-ci. Du fond de ces petits

puits, on pousse des galeries divergentes, de 4 à 5 mètres de longueur au plus, selon la solidité du terrain, dans lesquelles le mineur exploite, en s'élevant peu à peu, sur les déblais, jusque près de la surface du sol. Ce procédé, très-vicieux, ne permet pas, comme on le voit, d'enlever du premier coup tout le minerai, on est obligé d'attendre, pour y revenir, que le tassement des terres remuées soit opéré, et il n'y a presque plus aujourd'hui dans cette partie des minières d'Aumetz de place qui n'ait été fouiilée plusieurs fois. Mais, partout ailleurs, l'exploitation se fait par tranchées à découvert, et, autant que possible, le long d'un seul front de taille disposé en gradins.

Dans le quart en réserve des bois d'Aumetz, la tonne de minerai est obtenue aux prix suivants, savoir :

	Minerai en roche.	Minerai en grains.
	fr.	fr.
Indemnités à la commune propriétaire du sol.	3,70	3,70
Frais d'extraction.	6,00	4,00
Transport des terres aux lavoirs (à Audun-le-Tiche).	»	1,80
Frais de lavage.	»	0,90
Indemnités pour dégâts forestiers, commis, etc.	1,50	1,50
Totaux. . .	11,20	11,90

Le prix du minerai de lavage varie un peu avec la position des lavoirs, dont la distance aux minières est loin d'être la même pour les diverses usines.

Dans le quart en réserve du bois d'Audun, la tonne de minerai coûte :

	fr.
Indemnités à la commune propriétaire du sol. . .	2,00
Frais d'extraction.	1,50
Transport des terres aux lavoirs (à Audun-le-Tiche).	2,40
Frais de lavage.	1,00
Indemnités pour dégâts forestiers, commis, etc. .	1,25
Total.	8,15

Le minerai du bois de Bockholtz revient à peu près au même prix ; il est vendu 12 francs par les propriétaires de ce bois, qui le font extraire eux-mêmes.

L'extraction annuelle dans le groupe principal des minières d'Aumetz et d'Audun est actuellement d'environ 11.000 tonnes. A ce taux le gîte aurait une durée de 220 ans.

[illegible] de [illegible]

Le gîte du bois de Butte a beaucoup d'analogie avec celui d'Aumetz dont il est voisin ; il a aussi une grande importance et mérite d'être étudié avec détail. Ce bois, qui est représenté sur le même plan que ceux d'Aumetz, occupe une sorte de promontoire allongé dont la crête, sensiblement de niveau, part de la saillie très-prononcée qu'il présente à son extrémité Sud-Ouest, près du chemin de Crusnes à Audun, et aboutit au lieu dit le *Kamerberg*, en face et au Sud-Ouest d'Audun-le-Tiche. Il se rattache par le premier de ces points à la côte de Crusnes, qui constitue un plateau sensiblement plus élevé que la plaine d'Aumetz. Sur tout le reste de son pourtour, il est bordé par des vallées plus ou moins profondes qui versent leurs eaux dans l'Alzette. Celle qui part du village de Cantebonne et descend à Villerupt porte le nom de *Grund;* celle qui limite le bois au Sud-Est et à l'Est est connue sous le nom de *Paffendhal.* C'est au Kamerberg que se trouve le point culminant du bois, et, bien que sa cote ne me

soit point connue, je ne puis, en la comparant à d'autres points de la plaine d'Aumetz cotés sur la carte de l'état-major, l'estimer à moins de 435 mètres. A partir du plateau peu large qui s'étend le long de la crête du bois, le terrain se déverse de tous les côtés; mais c'est sur le versant qui regarde le village d'Audun que la pente est le plus prononcée; elle est assez rapide encore du côté de Villerupt, et comparativement faible vers la ferme d'Hirps et le chemin d'Aumetz.

Le sol du bois de Butte est formé par les couches de l'étage oolithique inférieur; l'assise la plus élevée qu'on y observe est le calcaire à polypiers, et elle est ici, comme dans les bois d'Aumetz, à un niveau supérieur à celui des carrières ouvertes sur le même banc dans la plaine d'Hirps. On est donc conduit à penser que celle-ci est séparée du bois par une faille qui en suivrait la lisière, faille difficile à reconnaître sur le sol même du bois, mais dont l'existence ne saurait être mise en doute dans l'escarpement qui domine Crusnes, et auquel la partie élevée du bois de Butte se rattache par les terres de Cantebonne. Si, en effet, on s'avance sur la route d'Aumetz à Crusnes, on trouve, un peu avant d'arriver à ce dernier village, plusieurs carrières ouvertes dans le calcaire à polypiers pour l'entretien de la route. A peine l'a-t-on dépassé que le même calcaire reparaît à un niveau identique à celui de ces carrières. Cependant, si l'on s'élève encore, on ne tarde pas à rencontrer les bancs du calcaire lamellaire exploités en plusieurs points de la côte; et tout à fait sur le sommet, près des fermes de Brehain-la-Cour, à un niveau qui est supérieur de 35 mètres au plan général de la plaine d'Aumetz, on retrouve le même calcaire à polypiers recouvrant les assises du calcaire la-

mellaire, et exploité encore pour l'entretien de la route. Ici la faille est évidente, et ce n'est pas une hypothèse hasardée que de supposer, pour expliquer la même anomalie dans le bois de Butte, qu'elle se prolonge et le traverse dans toute son étendue.

Le plan que j'ai tracé de ce bois montre comment le gîte y est disposé. Tout l'espace circonscrit par la ligne hachée de noir, comprenant environ 200 hectares, est recouvert par une couche de terre minérale dont l'épaisseur varie le plus ordinairement entre 1 et 2 mètres, et dépasse rarement 4 mètres. Il est à remarquer que cette nappe ne s'étend que sur les parties du bois où la déclivité est faible; elle constitue ce que l'on appelle la *terre de gazon*. Au-dessous d'elle, les roches calcaires qui forment le sol du bois sont entaillées profondément sur des espaces relativement très-restreints, et présentent, comme dans les bois d'Aumetz, soit des entonnoirs, soit des fentes que l'on peut suivre sur une grande longueur. Les principales de ces cavités ont été mises à jour par les anciens travaux et sont figurées sur le plan; d'autres moins importantes, qui ont été reconnues par les recherches entreprises en 1845 sur toute la surface du bois, n'y sont point tracées. Les premières se réduisent à deux groupes principaux : l'un situé sur la crête du bois, l'autre le long de la dépression du Paffendhal. Le groupe de la crête du bois se compose de plusieurs cavités placées l'une à la suite de l'autre, figurant dans leur ensemble une grande veine dont la direction générale est Est 40° Nord, Ouest 40° Sud, avec une inflexion marquée vers l'Est en se rapprochant du point culminant du bois, situé au-dessus du village d'Audun. Là, la veine s'épanouit considérablement et pro-

jette à droite et à gauche plusieurs bras entre lesquels on rencontre une quantité d'entonnoirs isolés, très-profonds. Indépendamment de ceux qui sont figurés sur le plan, il en existe beaucoup d'autres qui ont été reconnus par les travaux de recherches. C'est en définitive dans cette partie du bois que le gîte atteint sa plus grande largeur et sa plus grande profondeur; mais à peine arrive-t-on sur la pente de la colline tournée vers Audun, que le dépôt minéral diminue d'épaisseur et finit bientôt par disparaître. On ne rencontre plus dans les terres, qui sont au-dessous du bois, que quelques poches isolées peu profondes, et, pour la plus grande partie, déjà épuisées. Telle est la marche de la veine qui suit la crête du bois de Butte, veine qui est excavée sur une hauteur de 10 à 15 mètres, mais au fond de laquelle on trouve encore en quelques points, principalement à l'extrémité Nord-Est, des quantités considérables de minerai. Les parois qui l'encaissent sont presque verticales, rarement parallèles, le plus souvent sinueuses; on ne remarque aucune trace de dérangement dans la stratification des couches dont elles sont formées. Quelquefois, du fond des entonnoirs qui résultent de l'évasement de ces parois, s'élève une pyramide délicate, composée d'assises calcaires parfaitement stratifiées. Le minerai s'y présente en blocs de diverses grosseurs, disséminés dans une argile rougeâtre. On en a exploité, dans les entonnoirs situés à l'extrémité de la grande veine, qui pesaient jusqu'à 10.000 et même 15.000 kilogrammes, et dont le volume atteignait 7 mètres cubes.

La seconde veine principale du bois de Butte est à peu près parallèle à la première; mais il est

plus exact de dire qu'elle suit la dépression du Paffendhal, d'où elle tire son nom, partie dans le bois, partie dans les champs qui l'avoisinent. Elle est à la fois moins large et moins profonde que celle de la crête du bois; elle ne renferme pas non plus, comme celle-ci, des blocs de grandes dimensions; mais, en revanche, le minerai qu'elle fournit est d'excellente qualité. Les recherches ont appris qu'elle se rattache à la veine supérieure, non-seulement par le minerai de gazon qui couvre toute la surface du bois dans la partie qui regarde la ferme d'Hirps, mais encore par une suite d'entailles peu profondes qui descendent le long des flancs de la colline à peu près suivant la direction Nord-Ouest Sud-Est. La veine du Paffendhal se termine à l'extrémité de la vallée d'Audun-le-Tiche, au lieu dit *la Buttier*, par une suite d'entonnoirs disposés suivant son prolongement.

Indépendamment des deux amas principaux que renferme le bois de Butte, je signalerai encore quelques points où des veines moins importantes paraissent exister. Le plan en montre une d'une longueur d'environ 300 mètres, située près de la pointe méridionale du bois, et dont la direction est à peu près parallèle à celle des veines du quart en réserve d'Aumetz. Elle a été en partie exploitée; mais il reste encore dans le fond des épaisseurs de minerai qui varient entre 7 et 12 mètres. Les recherches ont aussi prouvé que la veine dite du *trou de Butte* se prolonge dans le bois jusqu'à une certaine distance; mais cette veine n'est pas bien profonde. Le *trou de Chérubin*, qui est un vaste entonnoir épuisé depuis longtemps, paraît au contraire former l'extrémité Nord-Est d'un petit bassin composé de plusieurs veines parallèles

à celle de la crète du bois, et qui ne manquent pas d'importance; on y a trouvé des épaisseurs de minerai de plus de 7 mètres. Telle est la disposition du gîte de minerai en grains que renferme le bois de Butte.

Pour en évaluer la richesse, on a supposé que la mine de gazon recouvre toute la surface qui a été reconnue contenir du minerai, soit environ 200 hectares, sur une épaisseur de 1 mètre, et qu'elle contient un tiers de minerai, ou 500 kilogrammes par mètre cube. Cela posé, on est arrivé pour la richesse totale à 1.000.000 de tonnes; mais ce calcul hypothétique conduit à un *minimum*, d'après ce qui a été dit de l'épaisseur du minerai de gazon; et M. l'ingénieur Piot, qui a dirigé les recherches du bois de Butte et rendu compte des travaux dans un rapport duquel on a extrait la plus grande partie des détails qui précèdent, ne craint pas de porter cette richesse au triple du chiffre obtenu, soit 3.000.000 de tonnes.

L'exploitation du minerai de fer dans le bois de Butte a lieu par tranchées à ciel ouvert; elle est concentrée en deux points : 1° à l'extrémité Nord-Est de la grande veine qui suit la crête du bois; 2° au Sud-Est, vers le point ou la veine du Paffendhal entre dans le bois.

La tonne de ce minerai coûte :

	fr.
Frais d'extraction.	1,50
Transport des terres aux lavoirs.	1,90
Frais de lavage.	0,90
Frais généraux, commis, dégradations	1,50
Total.	5,80

Elle est vendue au prix de 12 francs par les propriétaires qui font l'extraction à leur compte.

En 1848, la quantité de minerai qu'a fourni le bois de Butte a été de 8.800 tonnes. A ce taux, et en partant de l'estimation de 3.000.000 de tonnes, le gîte aurait une durée de 340 ans.

Minières de Brehain, du bois le Klaise, de Filières et de Tiercelet.

Sur le plateau elevé auquel le bois de Butte se rattache par les terres de Cantebonne, il existe plusieurs petits dépôts de minerai en grains, qui ne sont peut-être pas sans liaison avec le gîte que je viens de décrire. Ce sont :

1° Dans les terres qui environnent les fermes de Brehain-la-Cour, quelques poches et une nappe très-peu épaisse de minerai de gazon à la surface du calcaire à polypiers. On a trouvé dernièrement dans une de ces poches, située près de la route de Metz à Longwy, un bloc de minerai assez considérable, ce qui pourrait bien être l'indication d'un dépôt plus important que tout ce qui a été exploité jusqu'ici ;

2° Dans la partie du bois *le Klaise* (à l'Ouest de Brehain) la plus rapprochée de la route, une petite veine ayant, en moyenne, 3 mètres de largeur et 4 mètres de profondeur, et dont la direction est Est 40° Nord, Ouest 40° Sud. Cette veine, qui n'est pas continue, mais dont les divers tronçons sont reliés entre eux par des entonnoirs, vient aboutir à un petit vallon situé à l'Est du village de Morfontaine. Il est assez remarquable qu'elle se trouve dans la direction et presque dans le prolongement de celle qui suit la crête du bois de Butte; peut-être est-elle liée à cette dernière par les minières de Brehain-la-Cour. Le minerai du bois le Klaise a été exploité dans ces derniers temps; il est de qualité fort médiocre, et paraît être peu abondant ;

3° Au Sud du point dont il vient d'être parlé, dans une dépression sise dans le bois de Filières,

à gauche du chemin qui va du village de ce nom à Brehain-la-Ville, et non loin de la lisière du bois, un petit dépôt de minerai de gazon qui n'est pas très-éloigné du précédent, et paraît avoir encore moins d'importance;

4° Enfin, au Nord de la route de Metz à Longwy, quelques poches dans les champs qui avoisinent le chemin de Tiercelet à Bédange, à une petite distance de la pointe Sud-Est du bois d'Hussigny.

Le petit village de Godbrange, situé au Nord-Ouest dudit bois, sur le plateau et au-dessus du versant méridional du vallon de la Côte-Rouge, occupe le centre d'un groupe de minières assez important. L'amas principal se trouve dans un pâtis communal, à un kilomètre à l'Ouest du village, et près de la forêt de Selomont. Il est formé d'une suite de poches ou d'entonnoirs ouverts dans le calcaire à polypiers, et disposés le long d'une petite dépression, suivant deux lignes parallèles et très-rapprochées dont la direction est Nord 5° Ouest, Sud 5° Est; un embranchement de la veine orientale fait un angle de 60° avec le Nord du côté de l'Est. Ces entonnoirs, dont la profondeur n'a pas dépassé 6 mètres, et qui renfermaient un minerai en grains et en petits rognons d'excellente qualité, sont presque épuisés. Mais, en se rapprochant du bourg de Godbrange, on trouve, dans les propriétés particulières, à droite du chemin, des veines et des entonnoirs aussi puissants que ceux du pâtis communal, et dont l'exploitation, entreprise tout récemment, paraît devoir être productive. A gauche du chemin, sur le versant du vallon de la Côte-Rouge, on a découvert et exploité un de ces entonnoirs qui était très-profond. Il résulte des observations que j'ai faites à la surface,

Minières de Godbrange et de Selomont.

dans les champs qui environnent les villages de Godbrange et de Hussigny, que tout ce plateau renferme encore beaucoup de minerai.

On ne saurait peut-être en dire autant de la vaste forêt de Selomont, qui occupe la partie Nord-Ouest du plateau dont il s'agit et les flancs des vallons de la Côte-Rouge et de la Moulaine. Jusqu'ici on n'y a trouvé du minerai que sur deux points situés, le premier le long d'un chemin d'exploitation qui descend de Godbrange dans le dernier de ces vallons, et le second un peu à droite de ce chemin, au lieu dit *la Goulette*. Dans la première localité on a exploité, sur un espace peu étendu, du minerai de gazon qui remplissait çà et là de petites poches dans le calcaire à polypiers, mais dont l'épaisseur dépassait rarement 1 mètre. Il y a eu également quelques exploitations peu importantes à la Goulette, sur une petite veine qui occupait le fond d'une dépression dans les assises d'un calcaire lamellaire appartenant à l'étage oolithique inférieur. On a trouvé dans cette localité de grosses masses siliceuses, grises, associées au minerai; on les extrait aujourd'hui pour l'entretien des routes. Les exploitations actuelles de la forêt de Selomont sont bien près d'être épuisées; mais rien n'indique que cette forêt, qui s'étend sur plusieurs centaines d'hectares, ne contienne pas encore quelques places renfermant de la terre minérale. Il est assez remarquable que les environs du village de Differdange, sur le versant opposé du vallon de la Côte-Rouge, situé dans le grand-duché de Luxembourg, soient une des localités de cette contrée où le minerai se rencontre avec le plus d'abondance.

La tonne de minerai de Godbrange coûte, sur les lavoirs de Hussigny :

	fr.
Indemnités à la commune propriétaire du sol.	3,20
Frais d'extraction.	3,20
Transport des terres aux lavoirs.	4,00
Frais de lavage.	1,20
Frais généraux et divers.	0,75
Total. . . .	12,35

Le minerai des propriétés particulières est vendu au prix de 13 francs la tonne.

La tonne du minerai de la forêt de Selomont coûte, sur les lavoirs de la Grande Goulette :

	fr.
Indemnités à l'État propriétaire du sol.	2,00
Frais d'extraction et de lavage.	4,80
Transport des terres aux lavoirs. . . .	5,00
Indemnités pour dégâts forestiers. . .	1,50
Total. . .	13,30

En 1848, on a extrait des minières de Godbrange 500 tonnes, et de celles de Selomont 850 tonnes de minerai.

La place forte de Longwy est située sur la partie septentrionale du plateau jurassique qui domine la vallée où coule la rivière de Chiers à son entrée en France. Elle est bâtie sur le calcaire à polypiers dont les bancs ont été mis à jour par la construction des redoutes et des fossés qui entourent la place; mais le *fullers-earth* paraît déjà sur le glacis occidental qui est un peu plus élevé que le sol de la ville. C'est une des localités du département où l'on peut le mieux l'observer; il renferme des quantités prodigieuses de fossiles parmi lesquels domine l'*ostrea acuminata*. Plus loin à l'Ouest, en allant vers Romain, et aux Maragolles Environs de Longwy.



sur la route de Longwy à Longuyon, se montre la grande oolithe formant des bancs épais divisés en feuillets obliques à la stratification. Il existe autour de la ville de Longwy, dans un rayon de 1 kilomètre, plusieurs dépôts de minerai assez importants. Le sol même de la ville et des glacis en renferme; et les travaux récents, qui ont eu pour objet l'agrandissement des fortifications, ont mis à jour plusieurs entonnoirs remplis de rognons de minerai passablement volumineux.

Les amas de minerai situés aux environs de Longwy, et reconnus par les exploitations tant anciennes qu'actuelles, sont :

1° Au Sud-Sud-Ouest, à la ferme de Pulventeux, une petite veine étroite et sinueuse qui commence sur l'extrême limite du plateau, et se déverse un peu sur le flanc droit de la vallée de la Chiers; elle a environ 100 mètres de longueur. On remarque, à une petite distance de la naissance de cette veine, un boyau qui est fermé à sa partie supérieure par des roches en place, et qui établit une communication entre les deux tronçons dont elle est formée. Le minerai qu'on y exploite est en petits grains arrondis et lisses de la grosseur d'une balle ou d'un très-gros plomb de chasse. Quelquefois ce minerai est agglutiné par un ciment de calcaire assez consistant, d'un gris un peu jaunâtre, et qui diffère entièrement du calcaire de la roche encaissante;

2° Un peu au Nord de la ferme de Pulventeux, sur la route de Longuyon, près du *bel arbre de Longwy*, une veine reconnue sur une longueur de 50 mètres, laquelle contient aussi beaucoup de petite mine ronde empâtée dans du calcaire, et n'est peut-être que le prolongement de la précédente;

3° Vers le Nord de la place, dans une dépression formant l'extrémité orientale de la vallée du Coulmy, près de la croix placée sur le chemin de Longwy aux fontaines de ce nom, un bassin formé de plusieurs veines assez riches, dont une partie a été exploitée. Une de ces dernières, située près du chemin dont il s'agit, s'est terminée par une espèce de sac dans lequel on a été obligé d'extraire le minerai par travaux souterrains;

4° Plusieurs petites veines qui prennent naissance à la partie haute du bois communal de Romain, situé sur le versant méridional de la vallée du Coulmy; elles renfermaient de la mine en grains arrondis, qui est en partie exploitée. Dans l'une d'elles on a observé le phénomène que je viens de signaler, de l'intrusion de la terre minérale dans des espèces de cavernes ou de galeries sinueuses.

Les minières de Lexy sont situées au Sud-Ouest de Longwy, à 300 mètres environ des dernières maisons du village, sur le chemin de Cons-Lagrandville. Elles comprennent deux veines dont l'une, exploitée déjà depuis quelque temps, est mise à jour sur une longueur d'environ 1 kilomètre; tandis que l'autre, plus éloignée de Lexy et découverte tout récemment, n'a encore été fouillée que sur une très-faible étendue. La partie supérieure de ces veines est dans la grande oolithe; mais, comme elles sont très-profondes, elles descendent jusque dans le *fullers-earth* et l'oolithe inférieure. La direction de la première est Nord 5° Ouest, Sud 5° Est. A son extrémité méridionale, près du versant droit de la vallée de la Chiers, elle est coupée plusieurs fois par des veines transversales, à peu près perpendiculaires, Minières de Lexy.

qui la rejettent à l'Est, de telle façon qu'elle forme là un zigzag assez compliqué. A partir du chemin de Lexy à Lagrandville, elle se bifurque, la veine principale conservant la direction primitive, tandis que l'embranchement se dirige vers le Nord-Est. C'est au Nord de ce chemin que les exploitations sont aujourd'hui presque exclusivement concentrées; elles fournissent une très-petite mine en grains arrondis dont les plus gros dépassent rarement le volume d'une noix. L'argile qui les renferme contient quelques petits cailloux, soit de quartz blanc translucide, soit de la roche siliceuse déjà signalée à Selomont; elle est très-riche en minerai, et renferme aussi beaucoup de concrétions calcaires empâtant des grains de mine. La partie de la veine actuellement épuisée présente des parois abruptes rarement écartées de plus de 10 mètres, et souvent très-rapprochées, se rejoignant même par le haut de manière à former des voûtes sous lesquelles on va chercher le minerai. Elles se montrent en certains points sur près de 30 mètres de profondeur; leur surface est très-inégale et fréquemment cannelée dans le sens horizontal. Telle est la veine principale de Lexy, dont l'exploitation se poursuit aujourd'hui au Nord du chemin de Lagrandville, et qui paraît devoir offrir encore des ressources considérables. Quant à la seconde veine récemment découverte, elle est à peine reconnue; on l'a cependant déjà fouillée jusqu'à une profondeur de 12 mètres, et elle s'annonce comme devant avoir moins de largeur et de profondeur que la précédente, dont elle suit du reste très-sensiblement la direction.

Les minières de Lexy ont produit, en 1848, 2.800 tonnes de minerai lavé, au prix de 14 francs 30 cent., se décomposant comme il suit :

	fr.
Indemnités au propriétaire du sol.	3,50
Frais d'extraction.	4,00
Transport des terres aux lavoirs. .	3,40
Frais de lavage.	1,90
Frais généraux.	1,50
Total. . . .	14,30

Minières de Cumont, Montigny-sur-Chiers et Bromont.

Quand on descend, à partir de Lexy, le cours de la Chiers, on rencontre, sur le plateau dans lequel son lit se trouve creusé, plusieurs minières qui occupent une position analogue à celles dont on vient de parler, mais dont l'importance est moins considérable.

Ce sont d'abord celles de la ferme de Cumont, situées sur le flanc gauche de la vallée, au S.-O. et au-dessus du village de Cons-Lagrandville. On a exploité, près de cette ferme, un dépôt peu étendu de minerai en petits grains.

Vient ensuite sur le flanc opposé, un peu à l'Ouest du village de Montigny-sur-Chiers, une veine peu profonde placée dans une légère dépression du sol. Le minerai de cette localité est en grains et en rognons arrondis; il est très-quartzeux et mélangé de plus à des débris roulés de silex grenu, grisâtre. L'argile qui le renferme est recouverte, sur une épaisseur d'un mètre, par une argile sableuse complétement stérile.

A l'Ouest du village de Bromont, situé du même côté de la Chiers que le précédent, on rencontre, dans la grande oolithe, deux veines peu distantes qui ont été exploitées en certains points sur une profondeur de 20 mètres. Ces veines traversent le chemin de l'auberge de Plaisance à Bromont, à 400 mètres environ des premières maisons de ce

Minières de Saint-Pancré.

village, et se prolongent au Sud jusqu'au bois de la *Côte-des-Chats*. L'exploitation de ces veines est actuellement suspendue; mais elles paraissent renfermer encore du minerai, surtout dans leur prolongement au Nord du chemin dont il a été question; celui ci est d'assez bonne qualité.

Enfin, toujours du même côté de la Chiers, près de la ferme de Vachemont, située au Nord-Ouest et au-dessus de la ville de Longuyon, on a exploité un dépôt tout à fait insignifiant de minerai en petits grains.

On comprend, sous le nom de minières de Saint-Pancré, les exploitations qui s'étendent sur le territoire des sept communes de Cosnes, Gorcy, Ville Houdlemont, Saint-Pancré, Tellancourt, Villers-la-Chèvre et Fresnois-la-Montagne; elles sont principalement concentrées dans les bois situés entre la route de Paris à Luxembourg par Verdun et la frontière belge. Ces exploitations forment un groupe bien déterminé dans lequel le droit d'extraire du minerai de fer a toujours été réservé à certaines forges, en vertu d'anciens édits des ducs de Lorraine, lesquels ont été confirmés par un arrêté des Consuls, en date du 15 pluviôse an XI, et par un décret impérial du 24 août 1811. Ce droit est aujourd'hui partagé entre les usines de Longuyon (Moselle), Lopigneux (Moselle), Buré-la-Forge (Meuse), Herserange (Moselle), Stenay (Meuse), Chauvency (Ardennes) et le service de l'Artillerie (1). L'époque de la découverte des

(1) Le décret du 24 août 1811 ne mentionne que les usines de Longuyon, Lopigneux, le Dorlon, Berchiwé et Stenay, ainsi que l'Artillerie; mais le fourneau de Berchiwé ayant cessé, en 1814, d'appartenir à la France,

minières de Saint-Pancré est fort ancienne, et leur importance a dû être considérable, si l'on en juge par l'étendue et la profondeur des excavations qui y ont été pratiquées. Aujourd'hui, elles ne renferment plus que quelques veines éparses ou des terrains déjà plusieurs fois fouillés, dans lesquels les propriétaires des usines ci-dessus désignées parviennent difficilement à se procurer leur contingent, et il devient de jour en jour plus évident qu'elles sont à peu près épuisées. Mais si, sous le rapport des ressources qu'il peut encore offrir, le gîte de Saint-Pancré ne mérite pas d'être comparé à ceux d'Aumetz et de Butte, avec lesquels il a, comme on le verra plus loin, tant d'analogie, il est digne, à d'autres égards, de fixer notre attention. En effet, le bassin dans lequel le minerai s'est déposé, imparfaitement découvert dans ces derniers, est ici mis à jour dans toute son étendue; et il arrive, circonstance de nature à faire

---

les droits qu'avait ce fourneau furent dévolus, par décisions du directeur général des mines, en date des 24 janvier 1820 et 20 août 1821, approuvées par décison ministérielle du 6 septembre 1823 aux usines d'Herserange et partagés entre elles à raison de 900 tonnes pour Herserange et de 600 pour Chauvency. Quant au haut-fourneau de Buré la-Forge, il a été construit, dans ces dernières années, en remplacement de celui du Dorlon, auquel il se trouve, par conséquent, substitué.

En vertu de l'arrêté du Consul et du décret impérial qui viennent d'être rappelés, une somme de 25 centimes, par tonne de minerai (lavé) enlevée des minières, est payée en fin d'année par les maîtres de forges, au profit de la *caisse* dite *d'amélioration des minières de Saint-Pancré*. Le garde-mine est soldé sur les fonds de cette caisse. J. L.

stratifiés et souvent corrodés comme ceux que l'on observe au champ Rouard, près d'Audun-le-Tiche. Ils s'étendent sur une portion des coupes réglées et du quart en réserve de Saint-Pancré, du quart en réserve de Cosnes et du bois de Taverne; les cantons qu'ils occupent dans les premiers bois portent les noms caractéristiques de *Butte* et de *Hautes-Parois*.

Descend-on du point culminant des minières dans le quart en réserve des bois de Cosnes, en se dirigeant vers Villers-la-Chèvre, on rencontre successivement cinq grandes cavités parallèles qui traversent ce bois dans sa longueur, en faisant quelques inflexions, mais en conservant une direction qui est sensiblement Nord 5° Ouest, Sud 5° Est. Les deux plus rapprochées du bois de Taverne sont assez étroites; celles qui sont situées à l'Est sont au contraire larges et se bifurquent souvent de manière à comprendre des îlots de roche calcaire, restés en saillie. Au Sud-Est, ces cavités se terminent le long d'une petite dépression qui sépare le quart en réserve de Cosnes des coupes affouagères de cette commune et d'un autre bois appartenant à la commune de Lagrandville, dépression remplie par une veine transversale qui se jette dans le fond de Bevaux, près du carrefour des quatre chemins.

Sur le versant des bois qui regarde Saint-Pancré du côté du Sud-Est, on observe encore des faits analogues. La colline est coupée transversalement par sept cavités parallèles se dirigeant de l'Est 30° Nord à l'Ouest 30° Sud. Elles sont profondes et il y en a deux qui s'étendent sur plus d'un kilomètre de longueur; elles sont reliées entre elles par une autre veine sensiblement parallèle à celles

du quart en réserve de Cosnes, laquelle part de la saillie formée par le quart en réserve de Saint-Pancré et le bois de la Tombelle sur les terres de Tellancourt, et aboutit sur le chemin qui réunit ces deux villages. Cette veine, qui semble avoir établi une communication entre les premières, n'a pas moins de 900 mètres de longueur; elle descend vers Saint-Pancré en suivant à peu près la ligne de plus grande pente de la colline. A l'Ouest du chemin dont il vient d'être question, on observe, dans le bois de la Blanchehaye, trois amas allongés qui affectent très-sensiblement la direction des sept veines principales dont nous venons de parler; et il en est de même d'une petite cavité qui se trouve plus haut à la sortie de ce bois. Cette direction se reproduit encore à l'extrémité méridionale de la veine dirigée Nord 5° Ouest, Sud 5° Est, dans une suite d'entonnoirs actuellement exploités le long de la limite du quart en réserve de Saint-Pancré et du bois de la Tombelle, ainsi que dans deux petites veines situées de l'autre côté du canton des Hautes-Parois, sur le chemin de Saint-Pancré à Cosnes. Cette région des minières est du reste à peu près épuisée, et presque partout la roche qui encaissait le gîte est mise à jour sur une hauteur variable, mais qui atteint quelquefois jusqu'à 30 mètres. Le minerai qu'on en a tiré était de bonne qualité, excepté dans la portion Sud-Ouest du bois, près du village de Tellancourt, où il était siliceux et associé à des blocs de silex gris de diverses grosseurs. Ces blocs forment, en certains points du plateau, la roche dominante des minières : on exploite les plus volumineux pour l'entretien des routes; quant à ceux de faibles dimensions, qu'il est impossible de trier, ils restent,

après le lavage, mélangés au minerai, ce qui en rend la fusion très-difficile. Dans les veines septentrionales qui occupent, au contraire, une région où la déclivité du sol est très-prononcée, le minerai se trouve ordinairement pêle-mêle avec des débris arrondis de roche calcaire. On donne le nom de chalinières aux exploitations ouvertes sur ces veines, et le minerai qu'on en tire est connu sous le nom de *chalin*.

La richesse du chalin ou sa teneur en minerai est fort variable; il y en a qui ne renferme que quelques grains de minerai, et ceux-ci sont souvent empâtés dans un calcaire qui diffère de celui de la roche encaissante et est sans contredit de formation beaucoup plus récente.

Telle est la disposition du bassin dans la partie du plateau située au Sud du fond de Bevaux. Il comprend, comme on voit, deux systèmes de veines, lesquels sont orientés suivant les directions Est 30° Nord, Ouest 30° Sud et Nord 5° Ouest, Sud 5° Est, et qui se relient à un vaste espace couvert d'entonnoirs très-profonds disposés sans aucune régularité. Ces veines et ces entonnoirs sont presque partout mis à jour dans toute leur étendue; de telle façon que l'on peut considérer cette partie des minières comme à peu près épuisée.

Si nous l'abandonnons pour passer sur le plateau situé au Nord du fond de Bevaux, et que nous nous transportions dans les coupes réglées du bois de Ville-Houdlemont, près de leur limite avec le quart en réserve de la même commune, nous rencontrons quatre grandes veines qui traversent ces coupes dans toute leur largeur et pénètrent dans les bois de Gorcy, de Saint-Pierremont et de la Dame. Elles affectent la même di-

rection que celles qui s'étendent dans les bois de Saint-Pancré, au-dessus du village de ce nom, et elles sont à peu près dans leur prolongement. La plus méridionale de ces veines, celle qui se trouve en même temps la plus voisine du quart en réserve des bois de Ville, est la plus large et la plus longue de toutes. Elle est coupée dans le bois de Saint-Pierremont par une petite cavité dirigée très-sensiblement du Nord au Sud, et son prolongement, rejeté à quelques mètres au Nord, suit une dépression située dans les bois de Gorcy et vient aboutir au sommet de la petite vallée connue sous le nom de fond de Launelle. On a exploité dans cette localité du minerai en grains qui atteignait jusqu'au niveau des marnes supérieures du lias. Les quatre veines dont il vient d'être question forment, avec leurs appendices, le groupe principal des minières situées sur le plateau qui renferme les bois de Ville-Houdlemont et de Gorcy. En dehors de ce groupe à peu près épuisé, on ne trouve que quelques veines très-étroites et très-accidentées ou quelques dépôts superficiels mis à jour par les recherches qui ont été exécutées, dans ces derniers temps, sous la direction de l'administration. Bien qu'ils n'aient qu'une importance secondaire, ils contiennent cependant la majeure partie des exploitations actuelles et constituent les ressources sur lesquelles on doit le plus compter pour l'avenir; c'est assez dire que l'épuisement complet des minières de Saint-Pancré n'est pas éloigné. Le minerai que fournissent les bois de Gorcy et de Ville-Houdlemont consiste en rognons rarement volumineux et en grains, du reste, d'assez bonne qualité; on n'y trouve point de silex, mais seulement quelques blocs de grès ocreux difficiles à fondre.

Les grandes veines situées dans les bois de Ville renferment, comme celles de Saint-Pancré, du chalin à leurs extrémités Nord-Est, sur le versaut de la colline qui domine les villages de Gorcy et de Cussigny.

La quantité de minerai à extraire annuellement des minières qui forment la circonscription de Saint-Pancré est fixée par les règlements à 8.300 tonnes (1). La presque totalité des exploitations ne produit que du minerai de lavage, et le prix de ce dernier varie considérablement, tant avec la qualité qu'avec la richesse des terres et la distance à laquelle les chantiers se trouvent des lavoirs. Sous le premier rapport, les minerais sont partagés en trois classes, pour lesquelles les indemnités à payer aux communes propriétaires du sol sont actuellement de 3 fr., 2f,75 et 1f,75, par tonne. La première classe se trouve dans le quart en réserve de Cosnes et dans partie des coupes réglées de Saint-Pancré et du bois de Taverne; la seconde classe se trouve dans partie du quart en réserve de Saint-Pancré et du bois de Taverne, ainsi que dans les bois de Ville-Houdlemont, de Gorcy et de Saint-Pierremont; la troisième classe se trouve partie dans des coupes réglées et du quart en réserve de Saint-Pancré, dans les coupes réglées de Cosnes, le quart en réserve de Fresnois-la-Montagne et le bois de Blanchehaye (2).

---

(1) Savoir : 1.500 tonnes pour Longuyon; 1.500 pour Lopigneux, 1.500 pour Buré-la-Forge, 800 pour Stenay; 900 pour Herserange; 600 pour Chauvency; 1.500 pour l'Artillerie.

(2) Les règlements prescrivent que les contingents en minerai, qui sont attribués par le décret impérial du 24 août 1811 à certaines usines ainsi qu'au service de l'Artillerie, seront composés pour moitié de minerai de pre-

Quant à la teneur des terres en minerai, elle est très-variable; certaines terres vierges donnent, comme dans les autres minières, le 1/4 et même le 1/3 de leur volume en minerai, tandis que celles qui proviennent des terrains déjà fouillés n'en renferment que 1/30. Il résulte de toutes ces circonstances que la tonne du minerai de Saint-Pancré revient à des prix qui varient dans des limites fort étendues. On peut considérer, toutefois, les chiffres suivants comme une moyenne établie sur la totalité des extractions faites dans les terrains communaux en 1848 :

	fr.
Frais d'extraction.	2,35
Transport des terres aux lavoirs. . . .	4,80
Frais de lavage.	2,00
Frais généraux, commis, dégradations.	3,25
Total.	12,40

En ajoutant l'indemnité payée à la commune propriétaire du sol, le prix de la tonne de minerai serait de 15f,40, 15f,15 ou 14f,15, suivant la qualité; le prix du minerai vendu par les particuliers a varié de 9 fr. à 19 fr.

---

mière classe, pour un quart de minerai de deuxième, et pour un quart de minerai de troisième. Les terrains à mine qui sont successivement mis à la disposition de chacun des exploitants, sont pris aussi dans les mêmes proportions parmi les terrains des trois classes.

L'arrêté des Consuls du 15 pluviôse an XI et différents actes subséquents fixent l'étendue de ces terrains à 200 ares pour les fourneaux de Longuyon, de Lopigneux, de Buré-la-Forge, ainsi que pour l'Artillerie; à 125 ares pour Stenay, à 120 pour Herserange et à 80 pour Chauvency. J. L.

Minières de la Malmaison et d'Allondrelle.

Les minières de la Malmaison sont situées à droite de la route de Longuyon à Virton, près de la frontière de Belgique. Elles comprennent plusieurs veines dans la grande oolithe, lesquelles se prolongent à l'étranger, vers le village de Ruette, sur une longueur qui est, à ce qu'il paraît, considérable. La partie de ces veines qui se trouve sur le territoire français affecte sensiblement la direction Est 30° Nord, Ouest 30° Sud, signalée déjà plusieurs fois dans le cours de ce mémoire. L'une d'elles a été exploitée le long d'une dépression qui longe le bois du Bouvret, dépendant de la section d'Allondrelle. Le minerai de ces localités est en grains peu volumineux mélangés de débris de silex; sa qualité est passable.

La tonne revient sur place au prix de 15f,35, conformément au détail suivant :

	fr.
Indemnités au propriétaire du sol. .	5,00
Frais d'extraction.	3,25
Transport des terres au lavoir. . . .	3,35
Frais de lavage.	2,25
Frais généraux et divers.	1,50
Total	15,35

Minières de Vezin.

Les minières de Vezin forment l'extrémité occidentale de la bande, sensiblement parallèle à la frontière, qui comprend les minières de fer fort du département de la Moselle. Le village de Vezin est situé dans la vallée de la Chiers, à une petite distance de la limite du département de la Meuse, et dominé au Sud par une chaîne de collines qui recouvrent les assises de la grande oolithe. Les minières occupent la partie du plateau comprise entre un ravin profond qui débouche dans la vallée de

la Chiers, un peu à l'Ouest du village, et le chemin de Vezin à Marville. Le minerai se trouve en très-petits grains arrondis dans un dépôt argileux, dont l'épaisseur maximum est de 1m,50 et qui est recouvert lui-même, sur une hauteur de 2 à 3 mètres, par une argile sableuse, stérile. Le gîte est assez étendu et renferme encore de grandes richesses; il a fourni, en 1848, 320 tonnes de minerai au prix suivant :

	fr.
Indemnités au propriétaire du sol. .	1,70
Frais d'extraction.	2,00
Transport des terres aux lavoirs. . .	2,70
Frais de lavage.	1,70
Frais généraux et divers.	2,50
Total.	10,60

Les détails avec lesquels je viens de décrire les minières de fer fort des arrondissements de Briey et de Thionville n'offriraient pas tout l'intérêt qu'ils comportent, si, après avoir résumé les circonstances principales de leur gisement, je n'en tirais pas les conséquences qui en découlent naturellement. On a vu que ces minières comprennent trois gîtes principaux qui, à raison de leur étendue et de leur importance, m'ont paru mériter une mention spéciale, ceux d'Aumetz, de Butte et de Saint-Pancré, sans compter un grand nombre d'autres qui s'y rattachent, soit comme appendices, soit comme résultant de remaniements opérés par les eaux sur des minières analogues aux premières. C'est sur celles-ci que notre attention doit être plus particulièrement fixée, parce que, à quelques accidents près, elles nous présentent les dépôts de minerai dans leur état primitif. Résumé

Or, si on se reporte aux détails dans lesquels je suis entré en décrivant chacune des minières d'Aumetz, de Butte et de Saint-Pancré, on reconnaît immédiatement que le gisement du minerai en grains, dans ces trois localités, offre une grande uniformité de caractères, et que ceux-ci peuvent être résumés de la manière suivante :

1° La présence, autour du sommet de l'espèce de butte occupée par le gîte, sommet qui est un des points culminants de la contrée, de grands entonnoirs très-profonds qui renferment des blocs énormes de minerai, au milieu d'autres de moindre dimension ;

2° La disposition remarquable sur les flancs de cette butte d'un système de cavités allongées ou de veines parallèles offrant deux directions principales; l'une, c'est la plus fréquente et la plus constante, fait un angle de 60 à 70° avec le Nord du côté de l'Est ; l'autre s'éloigne peu de la ligne Nord-Sud ;

3° Les relations qui existent entre la configuration actuelle du sol et le gisement du minerai ; relations prouvées par l'absence du minerai de gazon sur les pentes abruptes et par la manière dont le gîte s'étend dans les dépressions qu'il rencontre, en suivant toutes les sinuosités qu'elles forment, quelquefois sur une grande longueur ;

4° Le retrécissement et l'évasement successifs des veines, les cannelures et les traces de corrosion que présentent leurs parois, la présence de colonnades calcaires souvent fort délicates dans l'espace qu'elles limitent, et les espèces de poches ou de sacs qui existent quelquefois à leur extrémité ;

5° La disposition assez fréquemment accidentée

de l'argile qui renferme le minerai au milieu d'une argile plus compacte et stérile, connu sous le nom de paroi;

6° Les aspérités que présentent à leur surface certains blocs de minerai, les empreintes de fossiles jurassiques qu'ils renferment dans leur intérieur, la pénétration de la roche encaissante par de l'oxyde de fer hydraté;

7° Enfin l'association constante de la silice au minerai, à divers états et sous diverses formes.

Hypothèse sur l'origine des gîtes de minerais en grains.

Toutes ces circonstances sont remarquables et se reproduisent uniformément dans les trois gîtes d'Aumetz, de Butte et de Saint-Pancré. Bien qu'une partie d'entre elles soient probablement destinées à rester dans le domaine des faits inexplicables, je hasarderai ici quelques conjectures sur l'origine des gîtes dont il s'agit. Il me paraît d'abord que l'existence préalable des cavités qui leur servent de bassins est démontrée d'une manière péremptoire par la constance des directions qu'elles affectent et par leur parallélisme. La disposition des veines suivant des lignes déterminées, disposition qui a été observée depuis Aumetz jusqu'à la Malmaison, c'est-à-dire sur une étendue d'environ 30 kilomètres, ne saurait être un fait purement accidentel. Peut-être est-il dû à la même cause qui a produit les failles reconnues à Crusnes et dans la plaine d'Aumetz. Dans tous les cas, il me semble difficile de ne pas admettre que l'ouverture, sinon totale au moins partielle, des fissures dans lesquelles le minerai s'est ensuite déposé, se rattache à des phénomènes géologiques qui ont eu une certaine généralité et qui ont précédé le dépôt. Quant aux autres circonstances du gisement du minerai, on remarquera qu'elles impliquent toutes

l'idée d'une action tranquille et lente. Je suppose, pour les expliquer, que l'oxyde de fer et la silice étaient primitivement tenus en dissolution dans un liquide qui contenait en même temps en suspension l'argile qui accompagne le minerai. Ce liquide a pu arriver au jour dans le fond des fissures qui occupent la partie élevée des minières, les élargir en corrodant les parois, de manière à former les entonnoirs que l'on y rencontre, puis le trop-plein se déverser sur les flancs des collines et dans les fissures latérales qu'il a remplies, après y avoir pratiqué une voie tantôt large, tantôt étroite, quelquefois même interrompue par une muraille de rochers, mais dans tous les cas soumise, lorsqu'on la considère sur une grande étendue, à des lois constantes. Parvenu à la naissance d'une dépression du sol, le liquide l'aurait suivie, en y creusant un sillon continu ou formé d'une suite de poches rapprochées, mises en communication par leur partie supérieure, et de ses infiltrations dans les roches voisines seraient résultés ces espèces de sacs qui se présentent fréquemment à l'extrémité des veines. Les particules d'oxyde de fer et de silice tenues en dissolution auraient ensuite cristallisé, et produit par leur réunion ces composés si divers qui comprennent tous les degrés depuis le minerai presque pur jusqu'aux silex gris des minières de Saint-Pancré et de Selomont. Ce mode de formation aurait, comme on le voit, une grande analogie avec celui par lequel se produisent encore de nos jours certaines substances salines. Quant à l'epoque à laquelle il a exercé son action, je serais assez disposé à croire qu'elle n'est pas excessivement reculée, et dans tous les cas postérieure aux phénomènes qui ont donné au plateau jurassique

son relief actuel; car aucun fait n'est mieux prouvé, par les observations dont j'ai rendu compte, que les relations qui existent entre la disposition des gîtes de minerais en grains et la configuration du sol. Ces relations sont surtout remarquables dans les bois d'Aumetz, de Butte et de Saint-Pancré, et il est impossible, lorsqu'on a suivi les recherches qui y ont été exécutées, de ne pas être frappé de la nécessité de recourir, pour en donner une explication, à une hypothèse qui considère le dépôt minéral et boueux comme ayant coulé le long des flancs des collines que ces bois recouvrent.

Avenir des minières de fer fort.

Un résultat plus pratique de ces mêmes recherches et qui intéresse à un haut degré les établissements métallurgiques de la contrée, c'est l'appréciation de la richesse des minières de fer fort. On a vu précédemment que la richesse du bois de Butte a été évaluée à 3.000.000 de tonnes de minerai et celle des minières d'Aumetz, le quart en réserve de cette commune non compris, à 2.436.000 tonnes. Mais comme ce bois et quelques autres terrains, dépendants des minières dont il s'agit et qui n'ont pas été fouillés, renferment encore beaucoup de minerai, on ne peut pas estimer leur richesse à un chiffre moindre que celui trouvé pour le bois de Butte.

La quantité de minerai exploitable existant dans les deux gîtes principaux de la contrée serait donc au minimum de 6.000.000 de tonnes. On ne sait pas précisément ce que les autres gîtes connus renferment encore. Nous avons été conduits à considérer celui de Saint-Pancré comme à peu près épuisé; d'autres, parmi lesquels il faut mettre en première ligne ceux de Godbrange, de Lexy et de

Vezin, nous ont paru, au contraire, offrir des ressources encore considérables. On ne risque pas de faire une évaluation trop élevée en portant la totalité de ces ressources à 2.000.000 de tonnes de minerai, et par suite la richesse de toutes les minières de fer fort connues, des arrondissements de Briey et de Thionville, à 8.000.000 de tonnes. Si les 25 fourneaux au bois que renferment ces arrondissements étaient en activité et produisaient de la fonte pour fer fort, ils consommeraient en moyenne chacun 3.000 tonnes de minerai par an, sur lesquelles il y aurait environ 1/10 d'hydroxyde oolithique, soit 300 tonnes par fourneau. La consommation annuelle du groupe d'usines dont il s'agit serait en conséquence de 67.500 tonnes de minerai de fer fort et amènerait l'épuisement des gîtes connus au bout d'une période de 120 ans. Il est vrai de dire que l'hypothèse dans laquelle on s'est placé, et qui consiste à supposer que tous les fourneaux sont en activité et ne produisent que de la fonte pour fer fort, ne se réalisera jamais. On remarque, au contraire, que la fabrication de la fonte pour fer métis, dans laquelle il entre une proportion plus considérable d'hydroxyde oolithique, se développe d'une manière continue d'année en année, la première restant à peu près stationnaire; ce qui tend à prolonger l'existence des minières de fer fort du département. Mais, d'un autre côté, il faut considérer que l'excellent minerai qu'elles produisent est fort recherché par les usines des départements voisins de la Meuse et des Ardennes, lesquelles paraissent en avoir besoin pour le mélanger aux minerais plus pauvres de ces contrées. On doit aussi tenir compte des besoins accidentels que peuvent avoir les four-

neaux au coke pour certaines fabrications spéciales, et considérer en définitive le terme de 120 années, qui a été assigné pour l'épuisement des gîtes connus, comme s'approchant beaucoup de la vérité. Ce terme n'est pas assez éloigné pour que l'on ne soit pas tenté de rechercher ce que des découvertes ultérieures pourraient ajouter aux richesses dont je viens de faire l'inventaire. Sans vouloir traiter ici cette question qui, on le comprend bien, ne peut être résolue d'une manière précise, je ferai observer que les gîtes importants, tels que ceux d'Aumetz, de Butte et de Saint-Pancré, se décèlent par trop d'indices extérieurs pour que, s'il en existait de pareils dans la contrée dont il s'agit, ils n'aient pas déjà été signalés; de telle façon que le bon aménagement des ressources connues est encore le meilleur moyen de prolonger l'existence des usines qu'elles alimentent.

3° *Minerais en grains associés à des sables d'alluvion déposés au pied du plateau jurassique.*

Les gîtes par la description desquels je terminerai ce travail n'ont pas l'importance des précédents et ne méritent pas au même titre de fixer notre attention. Je n'en parlerai même que pour mémoire, attendu qu'ils ont été l'objet, de la part de M. l'ingénieur en chef Levallois, d'une description spéciale qui se trouve dans ce volume, p. 241 (1). Je me bornerai donc à rappeler que Généralités.

(1) Notice sur la minière de fer de Florange (Moselle) et sur ses relations avec le grès super-liasique (*marly-sandstone* des Anglais).



lité du minerai qu'elles produisent. Leur exploitation ne paraît pas devoir prendre une grande extension, tant que les autres satisferont aux besoins des usines existantes. Il était toutefois utile de constater qu'elles offrent de précieuses ressources; car, loin de se borner aux deux gîtes exploités, elles recouvrent, tant en France qu'en Belgique, un espace considerable. J'ai encore rencontré des indices de gîtes de cette nature à Redange, près de Russange, aussi bien que près d'Athus, village situé en Belgique sur la route de Longwy à Luxembourg. J'en ai reconnu également dans la plaine de la Moselle, près de Metz.

MÉMOIRE HISTORIQUE

Sur la découverte du Platine dans les Alpes.

Par M. ÉMILE GUEYMARD, Ingénieur en chef
directeur des mines, en retraite.

La découverte du platine sur la montagne du Chapeau, vallée du Drac (Hautes-Alpes), remonte au milieu de 1847. Je l'ai faite étant ingénieur en chef directeur en activité. J'en fis part à M. Beudant, en tournée à Grenoble comme inspecteur général de l'Université. Je lui fis connaître que je ne la rendrais publique qu'en 1848, attendu que mon compte rendu se trouverait fort riche en 1847 par mes travaux sur les eaux d'Uriage, le traitement en grand du sulfure de zinc à la Poipe (Isère) etc., etc. Toutefois je pus lui montrer des boutons de retour, riches en platine et je fis quelques expériences en sa présence.

Le platine se trouvait dans un cuivre gris, situé dans les calcaires métamorphiques, au Chapeau, au-dessus du Chatelard, commune de Champolèves, vallée du Drac. Ces calcaires ne forment qu'une bande emprisonnée entre des protogynes et des roches de spilites (variolites du Drac). Ces cuivres gris contiennent depuis quelques grammes jusqu'à 12 p. o/o d'argent. Ils renferment, en outre du cuivre, de l'antimoine, du plomb, du zinc, du fer, un peu d'arsenic et du soufre. La gangue est un mélange de dolomie, de quartz et de baryte.

La présence du platine dans ce cuivre gris m'a

rappelé le cuivre gris de Guadacanal en Espagne analysé par M. Vauquelin, mais je dois indiquer que ce minéral n'en contenait pas la moindre trace. Ce métal y avait été introduit frauduleusement par un marchand de minéraux.

En 1847, le platine se trouvait dans les alluvions de la Colombie, de l'Oural, du Brésil, de Saint-Domingue, dans les roches de diorite des hautes montagnes de la Colombie (Boussingault), et dans les serpentines de l'Oural (Leplay). Ce métal n'avait pas été indiqué sur d'autres points, et jamais dans les Alpes.

J'avais fait en 1847 plus d'une centaine d'essais ou d'analyses dans mon laboratoire. J'étais certain de mes résultats, mais j'éprouvais néanmoins des difficultés qui ne pouvaient être résolues que par une main plus exercée que la mienne dans les manipulations. Certains échantillons me donnaient du platine dosable, mais c'était l'exception. D'autres fois, j'avais des indices très-certains de platine, sans pouvoir doser. Sur 100 échantillons, plus de 80 ne donnaient rien. Le platine se trouvait-il dans le gîte du Chapeau disséminé inégalement dans le cuivre gris, ou bien les anomalies citées plus haut provenaient-elles de la manipulation? C'était le problème que je voulais résoudre, et que j'ai proposé plus tard à M. Ebelmen. Il n'y a pas encore de solution satisfaisante. Théoriquement parlant, M. Élie de Beaumont, que j'ai consulté si souvent, a pensé comme moi que le platine devait plutôt se trouver dans les profondeurs qu'à la surface.

Je vais rendre compte des divers moyens analytiques que j'ai employés.

Les minerais du Chapeau varient sur tous les points. On peut dans tous les cas les diviser en deux catégories : 1° minerais sulfureux ; 2° minerais altérés ne contenant que peu de soufre.

J'ai grillé les minéraux sulfureux à une chaleur faible pour ne pas les agglutiner, puis j'ai donné un bon coup de feu pour chasser les dernières parties de soufre et d'antimoine qui pouvaient être volatilisées. Par cette opération, je les ai ramenés à peu près au même état que ceux qui ne renferment pas ou peu de soufre.

1° Les minerais ont été scorifiés avec du plomb pauvre, avec et sans borax. Le plomb obtenu a été coupellé.

2° Les minerais ont été scorifiés avec de la litharge mêlée de charbon pilé. Le plomb obtenu a été coupellé. Dans la scorification, j'ai ajouté quelquefois du borax, du carbonate de soude, du carbonate de potasse, et du chlorure de sodium. Ces essais marchaient parallèlement, afin d'étudier le problème sous toutes les phases.

3° J'ai fondu les minerais avec de la litharge et du charbon dans des creusets. J'y ai ajouté d'autres fois du flux noir. Le plomb obtenu a été coupellé.

4° Lorsque le minerai était pur, sans gangue, sulfuré ou non sulfuré, je l'ai coupellé directement avec du plomb pauvre.

5° J'ai traité quelquefois les sulfures du Chapeau en poudre avec 5 ou 10 p. o/o de chlorure de sodium, en les grillant sur une plaque pendant deux, trois et quatre heures. Les minerais ainsi chlorurés étaient jetés au rouge sombre dans une dissolution saturée de chlorure de sodium. La

dissolution décantée donnait, avec des lames de cuivre, des parties métalliques que je fondais avec du plomb pauvre pour coupeller ensuite.

6° Dans les précédents essais, j'avais remarqué que le cuivre était un embarras, quand il se trouvait en trop grande quantité. J'ai obtenu de meilleurs résultats en grillant ces minerais avec précaution et longtemps, puis en les traitant par l'acide sulfurique étendu. Le grillage et l'acide faisaient disparaître le soufre, quelques métaux volatils, le cuivre et le fer, etc., sans attaquer le platine. Le résidu était ensuite fondu, tantôt avec du plomb, d'autres fois avec des litharges, du flux noir. Les plombs obtenus étaient coupellés.

Nous sommes arrivés à l'étude des boutons de retour qui devaient contenir le platine. Je leur ai fait subir des traitements divers.

Les boutons dissous dans un petit matras par de l'acide nitrique parfaitement pur, à 22° de l'aréomètre, j'ai trouvé les résultats suivants :

1° Le bouton se dissout complétement, sans résidu ; la dissolution traitée par l'acide hydrochlorique, a été filtrée pour séparer le chlorure d'argent. La nouvelle dissolution évaporée à siccité, n'a laissé aucun résidu ; il n'y avait donc pas de platine.

2° Les boutons dissous comme ci-dessus dans l'acide nitrique, ont donné de légers flocons noirs, impondérables après décantation. J'ai trouvé qu'ils donnaient tous les caractères du platine, soit en les calcinant dans un petit creuset, soit en les dissolvant dans l'eau régale et versant du protochlorure d'étain.

On a reconnu aussi la présence du platine dans la dissolution nitrique, en séparant l'argent et

évaporant à siccité la liqueur. On a fait usage du sel d'étain ou du sel ammoniac.

Par ces nombreux essais, j'ai obtenu des indices de platine, mais ce métal n'était pas dosable.

3° Un très-petit nombre de boutons dissous dans l'acide nitrique, ont donné des flocons et des lamelles noirs en assez grande quantité. Séparés par décantation et lavés, ils ont été calcinés dans un petit creuset. Le métal s'est réduit, et le platine était bien reconnaissable. J'ai pesé les paillettes obtenues de 10 grammes de minerai, et j'ai obtenu de 5 à 9 milligrammes de platine.

Ces paillettes métalliques ont été traitées par l'eau régale et le sel d'étain ou par le sel ammoniac, et j'ai bien constaté la présence du platine.

La dissolution nitrique a été aussi reconnue platinifère.

4° Quelquefois dans les minerais du Chapeau, et plus tard dans ceux du plan des Cavalles, je n'ai pas eu l'éclair dans le bouton de retour. J'ai ajouté du plomb et j'ai obtenu des boutons aplatis très-platinifères. Une seule fois, pour le minerai du plan des Cavalles, très-pauvre en argent, j'ai obtenu un bouton grisâtre aplati pesant 34 milligrammes sur 25 grammes de minerai. Ce n'était presque que du platine. J'en ai adressé une partie à M. Ebelmen.

Pour bien m'assurer de tous les phénomènes que pouvaient présenter les alliages de plomb, d'argent et de platine, j'en ai coupellé un grand nombre composés avec des doses diverses; ils ont été d'accord avec tout ce que j'avais remarqué dans les alliages fournis par le traitement des minerais.

L'existence du platine dans le gîte du Chapeau

n'était pas douteuse. J'en avais des preuves par intervalle, mais je ne pouvais me rendre compte pourquoi je n'en trouvais pas toujours.

M. de Bonnard, inspecteur général, fit une tournée dans l'Isère sur la fin de 1847. Je lui remis des échantillons du Chapeau pour M. Berthier. Mon illustre maître m'écrivit le 2 février 1848 une lettre fort encourageante · il avait reconnu dans mes échantillons des réactions qui indiquaient du platine non dosable.

Le terrain du Chapeau avait des équivalents géologiques dans les Alpes : je les connaissais. Le platine du Chapeau ne pouvait pas être un gîte unique, et cette pensée seule a arrêté toute publication.

Je dirigeai mes recherches au mois de mars 1848, sur Saint-Arcy, près de la Mure (Isère) et dans les bournonites des dolomies et des calcaires altérés de ces montagnes; j'y trouvai le platine. Ces bournonites ont été traitées comme les cuivres gris du Chapeau. Les mêmes phénomènes se sont présentés. Du platine a été reconnu quelquefois sur 5 grammes de minerai. D'autres fois je n'ai pas pu en trouver une trace sur 20 grammes. Je dois ajouter cependant que le platine est plus fréquent à Saint-Arçy qu'au Chapeau.

Une troisième localité est le plan des Cavalles sur la montagne des Rousses, en Oisans (Isère).

Ces montagne sont composées de protogynes, de gneis, de schistes talqueux et de quelques lambeaux de calcaire liasique passé à l'état de dolomie ou de calcaire magnésien. Au plan des Cavalles on y trouve beaucoup d'anciennes exploitations, antérieures à la découverte de la poudre. Dans les décombres il y a quelques échantillons de cuivre

carbonaté, ayant une structure feuilletée, donnant jusqu'à 50 p. o/o de cuivre à l'analyse. Ce cuivre carbonaté, d'un vert sale, m'a donné 2 fois du platine dosable. Les autres essais n'en ont pas fourni une trace; mais je dois consigner ici que je n'avais qu'une petite quantité de minerai.

Enfin, sur la rive droite du Bens, en Savoie, sur le terrain de Presles, j'ai trouvé une quatrième localité où un cuivre gris et carbonaté, très-peu argentifère, a donné des indices de platine. J'ai reconnu ici le métal dans tous les échantillons. On peut quelquefois le doser, mais avec difficulté.

Sur ma demande, M. le ministre des travaux publics a chargé M. l'ingénieur Ebelmen, professeur de docimasie à l'École des mines, d'analyser les échantillons provenant de ces 4 gîtes.

Par une lettre particulière du 8 août 1849, M. Ebelmen m'informe qu'il touche au terme de ses analyses, que la présence du platine est incontestable dans plusieurs de mes échantillons, mais en trop faible quantité pour pouvoir être exploité. Il me fait connaître qu'il va essayer les minerais par scorification et adresser immédiatement après son rapport à M. le ministre.

Le rapport de M. Ebelmen est du 8 novembre (1).

Ces détails justifient tous les retards qu'a éprouvés la rédaction de ce mémoire. Je voulais prouver que le gîte du Chapeau n'était pas un fait unique dans les Alpes; je voulais que les analyses et les essais fussent répétés par un ingénieur qui occupe un rang aussi élevé dans la docimasie.

(1) Voir ce rapport ci-après, p. 503.

Pendant que je travaillais sur le gîte du Chapeau en compagnie avec M. Vicat dans le laboratoire de la faculté des sciences de Grenoble, après avoir découvert le platine; j'engageai M. Vicat, ancien élève de l'école polytechnique, fils du célèbre ingénieur en chef directeur des ponts et chaussées, à faire des recherches sur les métaux qui accompagnent le platine. Après deux mois d'expériences laborieuses, il trouva des indices bien caractéristiques de rhodium. Il rédigea une note que j'adressai à M. Berthier.

Dans sa lettre du 2 février 1848, M. Berthier me faisait connaître que les minerais du Chapeau présentaient, dans les boutons de retour, des indices d'un métal analogue à ceux qui accompagnent le platine, mais en si petite quantité que sa nature était difficile à déterminer.

Dans son rapport du 8 novembre 1849, M. Ebelmen a trouvé aussi des indices bien faibles de rhodium ou d'iridium.

Longtemps après les expériences de M. Vicat fils, je trouvais que les paillettes et flocons noirs du bouton de retour traités par l'acide nitrique, ne se dissolvaient pas en totalité dans l'eau régale Ils contenaient donc des indices de rhodium.

Le rapport de M. Ébelmen constate la présence du platine dans trois gîtes différents. Le premier groupe est le Chapeau (Hautes-Alpes); le deuxième appartient aux montagnes de Saint-Arcy (Isère). Le minerai envoyé en mai provient de la rive droite du Bens, en Savoie. Le groupe n° 6, plan des Cavalles, montagne des Rousses, en Oisans, n'a pas donné de platine à cet habile chimiste.

Il résulte de l'ensemble de cet exposé historique

que le platine existe en l'état sur quatre points des Alpes, très-éloignés les uns des autres.

Le platine, il faut l'avouer, n'est pas exploitable, il n'est encore qu'à l'état scientifique; mais il faut bien remarquer que j'étais sur un terrain vierge; que personne avant moi n'avait eu la pensée de chercher ce précieux métal dans les Alpes; que les échantillons soumis par M. Ébelmen et par moi aux analyses, n'ont été pris que sur des affleurements; que mes travaux, loin d'exclure la pensée d'exploiter du platine dans ces contrées, peuvent au contraire laisser quelques espérances. Je n'ai plus été en position, depuis le 22 mars 1848, époque de ma retraite, de faire beaucoup de courses pour planter de nouveaux jalons. Enfin, ce n'est pas dans les affleurements des polysulfures toujours altérés ou décomposés qu'un métal est exploitable.

Les résultats obtenus par M. Ébelmen et par moi sont très-rapprochés au fond.

Depuis mes envois de minerais au ministère des travaux publics, j'avais revu quelques localités et j'avais apporté un plus grand nombre d'échantillons choisis avec plus de soins. J'ai dû faire mille fois plus d'essais que M. Ébelmen, et j'ai eu plus de chances pour obtenir le platine dosable. En effet, tous deux nous avons reconnu que ce métal était répandu d'une manière bien irrégulière dans les gîtes.

Pour le gîte du plan des Cavalles je n'avais pas un quart de kilogramme de minerai à ma disposition. J'en ai envoyé une petite quantité à M. Ébelmen, et j'ai conservé le reste qui m'a donné deux fois du platine dosable. Je n'ai pu me rendre sur le gîte qui est peu au-dessous des neiges perpétuelles.

Tous deux encore, nous avons constaté qu'il n'y a pas assez de platine pour l'extraire; mais il n'en résulte pas moins que cette découverte est intéressante, et qu'elle sera enregistrée avec empressement dans les annales scientifiques.

Après avoir fait l'historique du platine dans les Alpes, il convient de donner des détails sur les gîtes et sur les terrains qui les contiennent. J'ai déjà réuni beaucoup de matériaux pour faire un second mémoire. Un fait géologique bien intéressant sera exposé avec détails; je ne fais que l'énoncer ici pour prendre date. *Les spilites (ou variolites du drac) sont arrivés comme les protogynes à l'état pâteux, et recouvrent les calcaires du lias, passés à l'état de dolomie ou de calcaires magnésiens.*

RAPPORT

Adressé à M. le ministre des travaux publics sur l'existence du platine dans certains minerais du département de l'Isère.

Par M. EBELMEN, ingénieur des mines.

M. l'ingénieur en chef des mines Gueymard a annoncé, dans le courant de l'année 1848, qu'il avait reconnu l'existence du platine dans un certain nombre de minerais métalliques provenant des Alpes dauphinoises, et il a communiqué cette découverte à M. le ministre des travaux publics, en le priant de vouloir bien en faire constater la réalité. M. le ministre m'ayant chargé de ce travail, je consigne dans le présent rapport l'indication du procédé que j'ai suivi ainsi que des résultats obtenus.

Les premiers minerais qui m'ont été transmis par M. Gueymard ont été classés par cet ingénieur en six groupes différents, les uns indiqués comme platinifères, les autres ne renfermant que de l'argent et de l'or. Ces minerais consistent généralement en cuivre gris plus ou moins mélangé de cuivre carbonaté vert. Je les ai essayés par plusieurs moyens différents. Tantôt les minerais ont été fondus avec la litharge seule, tantôt avec un mélange de litharge et de flux noir après grillage, tantôt enfin ils ont été scorifiés avec du plomb. Cette dernière méthode paraît être celle qui a le mieux réussi à M. Gueymard. Le plomb obtenu par l'un des trois procédés indiqués a été soumis à la coupellation. Le platine devait se concentrer avec l'or et l'argent dans le bouton de retour obtenu.

Le bouton de retour a été traité par l'acide ni-

trique pur. Dans la plupart des cas, il n'est resté aucun résidu applicable, ce qui établissait l'absence de l'or dans le minerai. La dissolution nitrique devait retenir le platine, car on sait que ce métal, quand il est allié à une forte proportion d'argent, devient entièrement soluble dans l'acide nitrique. Pour rechercher le platine dans la liqueur, j'en ai précipité l'argent par l'acide chlorhydrique, filtré et évaporé à siccité pour obtenir le platine à l'état de chlorure. Dans un grand nombre de cas, l'évaporation à siccité n'a laissé aucun résidu; dans un petit nombre d'essais, le liquide évaporé à sec a laissé dans la capsule de porcelaine une tache jaune qui pouvait avoir été produite par du chlorure de platine. J'y ajoutais une très-petite quantité de sel ammoniac et une goutte d'eau, et je reprenais par l'alcool faible afin de reconnaître s'il ne se séparerait pas quelques grains cristallisés de chlorure double platinique. Quand cette circonstance s'est présentée, j'ai voulu confirmer la présence du platine en revivifiant le métal par la calcination du précipité de chlorure double. J'ai obtenu un produit gris, d'aspect métallique, insoluble dans l'acide nitrique et l'acide chlorhydrique isolés, soluble dans l'eau régale, et avec lequel j'ai pu reproduire le précipité jaune de chlorure double ammoniacal insoluble dans l'alcool faible.

Le procédé que je viens d'indiquer m'a paru le seul certain pour constater la présence du platine, parce qu'il permet d'isoler le métal et d'en examiner tous les caractères. Je crois pouvoir affirmer qu'on pouvait recueillir ainsi moins d'un dixième de milligramme de platine, en sorte qu'en opérant sur 50 gr. de minerai, on pouvait mettre en évidence la présence de $\frac{1}{500.000}$ de platine.

Quand on verse du protochlorure d'étain dans une solution qui contient du perchlorure de platine, on obtient une coloration brune qui peut faire reconnaître, d'après M. Fischer, l'existence de $\frac{1}{100.000}$ de platine dans une liqueur. M. Gueymard s'est servi de ce procédé pour rechercher le platine. Je n'ai pas voulu me borner à cette seule réaction, craignant qu'elle ne pût être produite aussi par des corps autres que ce platine. Ainsi, une solution qui renferme les plus légères traces d'or donne par l'addition du sel d'étain une coloration brun-rouge comparable en tout à celle que produit le platine. J'ai donc cru devoir m'en tenir au procédé indiqué plus haut comme étant le plus convenable pour la recherche qui m'avait été confiée.

Voici le résultat des essais. M. Gueymard n'ayant pas fait connaître les localités d'où proviennent les minerais essayés, j'ai dû me contenter d'indiquer les numéros et les lettres par lesquels ils ont été désignés.

1er GROUPE.

Minerai A. Ce minerai a donné 0gr.,03935 d'argent pour 1 gr. de minerai; pas de platine.

— B. Rendement en argent 0gr.,035 pour 1 gr. de minerai; je n'ai pas trouvé de platine.

— C. Rendement en argent 0gr.,0217 pour 1 gr., pas de platine.

— D. 0gr.,0222 pour 1 gr.; pas de platine.

— E. 0gr.,03425 pour 1 gr.; pas de platine.

Ces minerais, très-riches en argent, n'ont pas donné de platine en quantité assez notable pour pouvoir l'isoler. Les liquides ont donné quelques réactions par le protochlorure d'étain, mais ces réactions n'étaient pas parfaitement nettes.

2° GROUPE.

Minerai marqué K. 10 gr. de minerai ont donné à l'essai un bouton de retour pesant un milligramme seulement, lequel s'est dissous tout entier dans l'acide nitrique. La liqueur était incolore. Après avoir été débarrassée de l'argent par l'acide chlorhydrique, elle n'a donné, par l'évaporation à siccité, que des traces très-faibles de chlorure platinique.

M. Gueymard annonce que le minerai marqué K lui a toujours donné la réaction du platine.

Minerai marqué L. Poids du bouton de retour 0gr.,007 pour 10 gr. de minerai. Le bouton d'argent traité par l'acide nitrique a donné une solution incolore qui ne renfermait pas notablement de platine. Il est resté quelques lamelles noires insolubles dans l'eau régale, mais en proportion trop minime pour que leur véritable nature pût être constatée. M. Gueymard pense que ces lamelles appartiennent a du rhodium.

Minerai marqué M. L'essai fait sur 15 gr. a donné 0gr.,014 d'argent. Le bouton de retour traité par l'acide nitrique a donné lieu aux mêmes résultats que le minerai marqué L.

Minerai marqué N. Ce minerai a donné 0gr.,009 d'argent pour 20 gr. de matière essayée soit 45 gr. aux 100 kil. de minerai; pas de platine.

O. — 0gr.,002 d'argent pour 20 gr. de minerai soit 0gr.,0001 seulement.

Les minerais des troisième, quatrième, cinquième et sixième groupe ne m'ont pas fourni d'indices bien concluants de platine.

M. Gueymard a bien voulu m'adresser, dans le courant de mai 1849, un nouvel échantillon formé d'un mélange de cuivre gris et de cuivre carbonaté

vert qu'il annonce comme provenant de la rive droite du Bens, entre Presles et Saint-Hugon (Savoie).

Ce minerai a été grillé puis traité par l'acide sulfurique étendu pour enlever l'oxyde de cuivre. Le résidu a été fondu avec deux fois son poids de litharge et 1 p. de flux noir. Le plomb obtenu a été passé à la coupelle.

100 gr. de minerai brut se sont réduits à 70 gr. par le grillage et le traitement par l'acide sulfurique faible.

35 gr. de matière grillée et traitée par l'acide sulfurique ont été fondus avec 70 gr. de litharge et 35 gr. de flux noir. Le culot de plomb obtenu pesait 24 gr.; il a laissé à la coupelle un bouton de retour pesant $0^{gr.},043$, soit $0^{gr.},860$ par kilog. de minerai brut. On a dissous l'argent dans l'acide nitrique pur. Il n'est resté aucun résidu. La liqueur nitrique précipitée par l'acide chlorhydrique, filtrée et rapprochée presque à siccité, a donné un précipité sensible par l'addition de l'alcool et d'un peu de sel ammoniac. Le chlorure double obtenu, revivifié, a donné moins d'un demi-milligramme de platine, ce qui indiquerait que le minerai renferme moins de $\frac{1}{100\,000}$ de platine.

L'essai du même minerai grillé fait par scorification avec du plomb a donné les mêmes résultats que le précédent.

M. Gueymard m'a envoyé également un bouton de retour pesant environ 7 milligrammes et qu'il m'annonçait comme provenant de minerais semblables à ceux qui m'avaient été soumis. Ce bouton de retour contenait de l'argent et une très-forte proportion de platine. Aucun de mes essais ne m'a donné de bouton de retour d'une

composition comparable à celle de ce grain métallique. On peut en conclure que le platine est réparti d'une manière fort irrégulière dans les filons où se trouvent les minerais examinés.

On peut donc déduire comme conclusion des essais qui précèdent, qu'il existe du platine dans certains des minerais de cuivre qui ont été examinés, ce qui confirme l'intéressante découverte faite par M. Gueymard. Mais je ne saurais me prononcer sur la question de savoir s'il y aura lieu d'exploiter le platine, puisque aucun de mes essais ne m'a fourni ce métal en proportion appréciable à la balance. M. Gueymard a été plus heureux et a pu obtenir des boutons de retour assez riches en platine, à en juger par celui qu'il m'a envoyé. Il y a donc lieu d'étudier de plus près la distribution du platine dans les gîtes où se trouvent les minerais de cuivre.

L'existence du platine dans l'argent du commerce a été constatée récemment par M. Pettenkofer essayeur de la monnaie de Munich(1). Il est donc permis de penser que l'existence du platine dans les minerais argentifères est un fait plus général qu'on ne le pense et que des recherches analogues à celles de M. Gueymard feront découvrir ce métal dans beaucoup de minerais où sa présence n'avait point encore été soupçonnée.

---

(1) (Annalen der Physik und chemie, t. LXXIV, p. 316). — Quand on traite par l'acide sulfurique de l'argent contenant de l'or et du platine, ce platine reste avec l'or et altère si fort sa malléabilité qu'on est obligé de fondre l'or obtenu avec du nitre pour la lui rendre. M. Pettenkofer a retiré plus de 500 gr. de platine des scories obtenues à la monnaie de Munich. Les alliages d'argent platinifères en contenaient encore $\frac{1}{100000}$.

Sur le porphyre amygdaloïde d'Oberstein.

Par M. **DELESSE**, Ingénieur des mines.

Un voyage entrepris en Allemagne il y a plusieurs années m'ayant permis d'étudier sur les lieux le porphyre amygdaloïde d'Oberstein, dans lequel se trouvent les agates, j'ai étendu à ce porphyre les recherches que j'ai publiées précédemment sur la composition minéralogique et chimique des mélaphyres et des roches d'origine ignée. Quelques variétés de ce porphyre ont été décrites sous le nom de *Mandelstein*, de *Mandelstein artigertrapp* par plusieurs géologues allemands, de *trapp*, d'*amygdaloïde*, de *wake* et de *Toadstone* par les géologues anglais et américains, d'*Eisenthon* par Werner, de *Wake* par MM. Cordier, de Leonhardt, Brongniart et d'Omalius, de *Trapp* par M. de Bonnard, de *Mélaphyre* par MM. de Dechen, Dufrénoy et E. de Beaumont, etc.

L'échantillon de cette roche que j'ai analysé, provenait de la vallée de la Nahe, dans le canton d'Oberstein; il était bien caractérisé et semblable aux roches qui forment la plus grande partie des montagnes des environs d'Oberstein, d'Idar, etc. Il était caverneux et rude au toucher comme certaines laves trachytiques; sa pâte, d'une couleur brun sombre tirant légèrement sur le rouge, était parsemée d'un grand nombre de cristaux de feldspath mâclés et striés lui donnant la structure porphyrique, et on y observait en outre du fer carbonaté

et un peu de fer oxydulé titané; enfin il y avait encore dans la pâte de petites amygdaloïdes d'agate, et cette roche est en effet celle dans laquelle on exploite les agates si souvent décrites et si connues des environs d'Oberstein.

Dans certains échantillons on trouve de l'augite; dans d'autres, à pâte pétrosiliceuse brune, on observe quelques paillettes de mica ayant une couleur brun-tombac un peu jaunâtre.

Feldspath. Le feldspath, qui est de beaucoup le minéral le plus abondant, est en cristaux allongés ayant au plus quelques millimètres de longueur; il est blanc, transparent, et il a l'éclat vitreux des feldspaths qu'on trouve dans les roches volcaniques.

Sur certains échantillons, et en particulier sur ceux d'Oberstein et de Fischbach, il prend quelquefois par décomposition une couleur d'un rouge grenat très-vif, qui résulte de sa rubéfaction ou peut-être de la décomposition d'un peu de carbonate de fer mélangé : on voit en effet des échantillons ayant la même couleur rouge dans des parties où l'on peut reconnaître facilement de petits cristaux irisés et brillants de carbonate de fer.

Sa densité est de. . . . 2,642; elle est notablement plus petite que celle du labrador du porphyre vert antique, que j'ai trouvée égale à 2,884, et en général que celle des labradors verdâtres des mélaphyres.

J'ai obtenu pour la composition chimique des cristaux blancs de feldspath extraits de l'échantillon d'Oberstein décrit plus haut :

Silice.	53,89
Alumine (diff.). .	27,66
Oxyde de fer. . .	0,97
Chaux.	8,28
Soude.	4,92
Potasse.	1,28
Perte au feu. . .	3,00
	100,00

La perte au feu de ce feldspath est considérable, et elle n'est aussi grande dans les feldspaths ayant la couleur blanche et l'éclat vitreux que lorsqu'ils sont décomposés; c'est, du reste, ce qui devait avoir lieu pour ce feldspath, qui, ainsi que je l'ai déjà fait observer, a été extrait d'un échantillon visiblement en partie décomposé.

Quoi qu'il en soit, ce feldspath peut être regardé comme un labrador. Il contient de la potasse, ainsi que tous les feldspaths du sixième système, et sa teneur en alcali est un peu moindre que celle des labradors des mélaphyres que j'ai analysés précédemment (1); mais elle est, au contraire, un peu plus grande que celle du labrador de la lave de l'Etna, qui a été analysé par M. Abich (2); sa composition se rapproche même beaucoup de celle de ce dernier labrador.

Masse de la roche. La roche de laquelle il est question dans cette notice se présente avec des caractères extrêmement variés; elle peut, en effet, n'être ni porphyrique ni amygdaloïde; elle passe alors à des variétés contenant plus d'augite et à structure grenue, qu'il est impossible de distinguer géologiquement

(1) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 195.
(2) Rammelsberg. Handvorterbuch, p. 379.

des variétés qui sont porphyriques ou amygdaloïdes, et qui, ainsi que M. de Bonnard l'a fait remarquer, sont analogues aux roches basaltiques(1).

Généralement elle est celluleuse et un peu rude au toucher : elle a une couleur brune plus où moins foncée, ou grisâtre. Souvent on y observe des cellules allongées qui ont été remplies par différents minéraux et qui varient beaucoup de forme et de grandeur : elles ont au plus 30 à 40 centimètres de longueur ; quand ces cellules sont vides, la roche peut être très-caverneuse, et quelquefois elle ressemble complétement à une scorie volcanique boursouflée ; quelques échantillons, au contraire, n'offrent ni amygdaloïdes, ni cellules ; ils sont alors formés par une pâte pétrosiliceuse compacte, quelquefois jaspée, qui est brun-rouge ou noirâtre. Dans certains cas, les cristaux de feldspath se sont encore développés dans cette pâte.

Les passages d'une variété de la roche à une autre sont, du reste, assez brusques, et plusieurs des variétés qui viennent d'être décrites peuvent se trouver réunies sur le même échantillon.

La couleur verte que présente quelquefois la pâte de la roche a été attribuée à un mélange intime de hornblende ; je n'ai cependant point observé des cristaux ou des lamelles de hornblende dans les échantillons que j'ai examinés : dans un assez grand nombre de cas cette couleur verte est certainement due à des amygdaloïdes microscopiques, mais cependant discernables à la loupe

(1) De Bonnard. Notice géognostique sur la partie occidentale du Palatinat. — Annales des mines, 1re série, t. VI, p. 505.

qui sont formées par une chlorite que je décrirai plus loin.

Toutefois, le plus souvent, de même que cela a lieu pour la plupart des roches feldspathiques d'origine ignée, la couleur verte paraît se fondre d'une manière insensible dans la pâte feldspathique, et elle résulte probablement de la formation d'une petite quantité de chlorite, ou du moins d'un hydrosilicate de fer et de magnésie qui se développe peut-être dans la pâte de la roche par voie de pseudomorphose.

Par l'altération atmosphérique, le porphyre d'Oberstein prend une couleur rouge ou brunâtre ou brun-chocolat, principalement dans les parties dans lesquelles il y a du carbonate de fer, et il répand alors une forte odeur d'argile par insufflation; cette odeur est surtout très-sensible dans les échantillons desquels on extrait les plus belles agates. C'est sans doute cette propriété qui a fait désigner certaines variétés de la roche sous le nom d'*Eisenstein*, de *Tonsthein*, d'*Argilophyre* et de *Porphyre argileux*; mais l'odeur argileuse qu'exhalent du reste un grand nombre de roches, tient seulement à la formation d'une petite quantité d'argile ou de kaolin, par suite de la décomposition de la pâte et des parties feldspathiques : ces roches sont d'ailleurs *essentiellement* à base de feldspath et elles ne sauraient aucunement être assimilées à des argiles.

Le pouvoir magnétique du porphyre amygdaloïde d'Oberstein qui a fourni les cristaux de labrador que j'ai analysés est seulement de... 93; ce pouvoir est plus petit que celui des laves; il est même faible pour une roche d'origine volcanique.

Le pouvoir magnétique du mélaphyre de Mar-

tinstein, qui est probablement une variété de la roche précédente contenant plus d'augite et plus de fer oxydulé, est du reste beaucoup plus grand et égal à... 640; quant à celui d'une autre variété qui se trouve à Belting, près de Sarrebruck, il n'est que de... 115.

La densité du porphyre d'Oberstein est de 2,680. Il fond facilement dans le four de verrerie, en donnant un verre compacte à cassure conchoïde et d'une couleur vert de bouteille noirâtre; sa densité se réduit alors à... 2,603; elle a donc diminué de... 2,87 p.0/0.

Bien que Vauquelin ait déjà analysé la pâte de l'amygdaloïde d'Oberstein (1), j'ai pensé qu'il y aurait de l'intérêt à faire un essai de l'échantillon même duquel ont été extraits les cristaux de labrador analysés ci-dessus, qui a été fondu dans le four de verrerie, et qui forme d'ailleurs la variété la plus répandue du porphyre amygdaloïde d'Oberstein. Mon essai concorde assez bien avec celui de Vauquelin, et on a pour la composition moyenne de la roche :

		Vauquelin.
Silice.	51,13	49
Alumine et peroxyde de fer. . .	29,73	32
Chaux.	4,73	5
Magnésie, alcalis et perte (diff.).	10,73	6
Acide carbonique et eau.	3,68	3
	100,00	95

La perte au feu de l'amygdaloïde d'Oberstein est plus grande que ne l'est celle des mélaphyres que j'ai analysés; cela tient à ce qu'elle contient

(1) Journal de physique de Lamétherie, t. LXX, p. 432.

une plus grande quantité de carbonates que ces derniers. Pour une variété de la roche précédente provenant également des environs d'Oberstein, j'ai trouvé une perte au feu de 5,31; cette perte était due surtout au dégagement de l'acide carbonique et la roche contenait en effet une proportion notable de carbonates et surtout de carbonates de fer, ainsi que MM. Steininger (1), G. Bischoff et Bergemann l'ont déjà constaté antérieurement.

Malgré la présence d'une notable proportion de carbonate, on voit que la teneur en silice de la masse de la roche est à peu près égale à celle de son feldspath labrador; la présence de quelques petites amygdaloïdes quartzeuses dans la roche qui a été essayée tend du reste à augmenter un peu la teneur en silice que le mélange du carbonate tend au contraire à diminuer. C'est sans doute à cause de ces amygdaloïdes de quartz que l'échantillon que j'ai essayé contient plus de silice que celui analysé par Vauquelin.

Ainsi que je l'ai observé pour la variété la mieux caractérisée du mélaphyre de Belfahy (2), il y a plus de chaux dans le labrador du porphyre amygdaloïde d'Oberstein que dans la masse de la roche.

Vauquelin a trouvé dans la pâte 18 p. o/o d'alumine, 5 de soude, 1 de magnésie, et il est d'ailleurs probable que la perte de 5 p. o/o de son analyse porte surtout sur la magnésie et sur les alca-

(1) Steininger-Geognostische Beschreibung des landes zwischen den untern Saar und dem Rheine; Trier 1840, p. 110.

(2) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 207 et 228.

lis; la pâte de la roche renferme donc à peu près autant d'alcalis que le feldspath labrador qui s'y est développé, et elle est par conséquent feldspathique. De même que les porphyres que j'ai analysés antérieurement, on voit que le porphyre amygdaloïde d'Oberstein ne diffère de son feldspath constituant qu'en ce qu'il contient moins d'alumine, un peu moins d'alcali et au contraire plus d'oxyde de fer et plus de magnésie; sa composition chimique le rapproche du reste beaucoup des roches volcaniques et ce résultat de l'analyse s'accorde bien avec ses propriétés physiques et avec ses caractères géologiques; le porphyre amygdaloïde d'Oberstein est donc une roche d'origine volcanique qui est formée essentiellement par une pâte contenant des alcalis et dans laquelle se sont développés des cristaux de feldspath labrador; il peut être considéré comme une variété de *mélaphyre*.

M. Bergemann a analysé des mélaphyres des environs de Schaumberg, de Martinstein, de Pitschberg dans le Palatinat qui me paraissent devoir être rapprochés de celui que je viens de décrire; ils s'en distinguent surtout en ce qu'ils contiennent plus d'augite et plus de fer oxydulé (1).

Amygdaloïdes. Les cellules du porphyre d'Oberstein sont tapissées par un grand nombre de minéraux, la plupart bien cristallisés, qui forment des *amygdaloïdes* pouvant quelquefois se détacher de sa pâte.

Quartz. Le plus généralement ces amygdaloïdes renferment du *quartz* qui est à l'état d'agate, de calcédoine, de cornaline, d'améthyste, etc., et quelque-

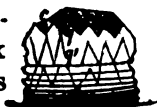
---

(1) Karsten und von Dechen archiv., t. XXI, p. 3.

fois de quartz hyalin. D'après M. Steininger les villages dans lesquels on exploite le plus d'agate sont ceux de Mackenroth, Algenroth, Ronneberg, Mambechel, Fraisen et Oberkirchen (1).

Chaux carbonatée.

Souvent les amygdaloïdes sont formées de *chaux carbonatée*, mais le quartz et la chaux carbonatée sont ordinairement dans des amygdaloïdes séparées ; quand on les observe dans la même amygdaloïde le quartz est à la circonférence, tandis que la chaux carbonatée lui est superposée ; ainsi dans les amygdaloïdes de Golgenberg, près d'Oberstein, des métastatiques de chaux carbonatée *c* sont placés au-dessus des prismes dihexaèdres de quartz *q*.



A la circonférence le quartz est à l'état de quartz agate *q''* ayant seulement la structure concrétionnée, mais à mesure qu'on se rapproche du centre il se change peu à peu en un quartz *q'* dans lequel la structure est radiée et cristalline, puis il se sépare en cristaux très-nets *q*.

Chlorite.

Il y a aussi très-fréquemment des amygdaloïdes qui contiennent une espèce de *chlorite ;* elle est très-tendre ; elle a une couleur vert foncé qui est quelquefois d'un beau vert-bleuâtre, mais pulvérisée elle prend toujours une couleur vert clair.

Elle est formée de fibres très-minces qui sont à peu près perpendiculaires à la surface sur laquelle elles sont implantées. Il est difficile d'y distinguer des paillettes cristallines comme pour la chlorite du mélaphyre de Mielin (2) qui se trouve dans le même gisement, et à cause de sa belle couleur et de sa structure qui paraît presque compacte, on serait

(1) Steininger, l. c., p. 113.
(2) Annales des mines, 4e série ; t. XII, p. 223

plutôt tenté de la regarder comme une terre verte.

J'ai fait un essai pour déterminer sa composition chimique ; la matière qui a servi pour cet essai a été extraite d'un échantillon avec amygdaloïdes allongées, telles que celle représentée ici.



Ces amygdaloïdes étaient de grosseur variable, et elles étaient formées tantôt de quartz agate et tantôt de chlorite, quelquefois accompagnée d'un peu de chaux carbonatée.

Cette chlorite f avait une structure à la fois fibreuse et concrétionnée, et elle était entourée par une petite couche concentrique q', d'un gris jaunâtre, se détachant assez nettement de la pâte violet clair de la roche ; cette couche q' se laissait plus difficilement rayer par l'acier que la pâte de la roche, qui l'était au contraire très-facilement.

J'ai trouvé que cette chlorite contenait :

Silice.	29,08	Alumine et peroxyde de fer.	42,00
Chaux.	3,70	Magnésie (diff.).	12,23
Perte au feu.	12,99	Somme.	100,00

Elle a une teneur en chaux de 3,70, tandis que les chlorites analysées jusqu'ici ne contiennent pas de chaux ou seulement quelques millièmes ; mais il est possible que cette chaux doive être attribuée en partie à un mélange de carbonate.

N'ayant pas une quantité de matière suffisante pour faire une analyse complète de cette chlorite d'Oberstein, j'ai analysé un minéral qui sous le rapport de la couleur, de la structure et du mode de gisement lui était parfaitement semblable. Il se trouve dans une amygdaloïde très-décomposée et donnant fortement l'odeur argileuse, qui traverse le rothliégende à Planitz, près de Zwickau ; elle

forme une variété du porphyre de la Saxe, si bien décrit par MM. Naumann et Cotta (1), et elle paraît avoir de grandes analogies de composition et de gisement avec la roche qui nous occupe en ce moment. La chlorite y est en nodules presque sphériques et ayant environ 1 centimètre de diamètre, qui ont été représentés antérieurement (Voir Annales des mines, 4e série, t. XII, *Pl.* II., *fig.* 9 et 10). Ces nodules ont une structure qui peut être comparée à celle de certains stalactiques dans lesquels elle est à la fois radiée et circulaire ; ainsi on y voit des cercles concentriques qui sont dessinés par différentes nuances vertes, et en même temps des fibres cristallines sont dirigées suivant les rayons et s'étendent de la circonférence au centre. Quand deux de ces nodules sont rapprochés, ils forment des nodules confluents tels que ceux représentés *fig.* 10 de la planche citée plus haut.

Extérieurement ils sont entourés, de même qu'à Oberstein par une couche dont les contours ne sont pas nettement arrêtés, laquelle est plus dure que la pâte de la roche et a une couleur blanc-jaunâtre qui est plus pâle : de la chaux carbonatée et du quartz forment des couches concentriques et quelquefois alternantes avec la chlorite ; le centre du nodule est d'ailleurs tantôt formé de chlorite, tantôt de chaux carbonatée cristallisée, tantôt de quartz hyalin blanc.

J'ai analysé la chlorite extraite de ces amygdaloïdes de Planitz ; de même que celles d'Oberstein et de Mielin, elle s'attaque très-facilement et à

---

(1) Naumann et Cotta. — Geognostische Beschreibung des Kœnigreiches Sachsen ; t. I, p. 97 et suivantes.

froid par les acides, soit avant, soit après calcination.

Dans un essai entrepris seulement sur 0g,36 j'ai déterminé la teneur en protoxyde de fer et j'ai trouvé qu'elle est environ de 15,12 ; je ne pense pas d'ailleurs qu'elle soit inférieure à ce nombre.

L'alumine et l'oxyde de fer ont été séparés de la magnésie par le procédé de Fuchs et la magnésie a été dosée directement à l'état de sulfate

J'ai obtenu ainsi :

	1°	2°	Moyenne.
Silice.	29,64	29,25	29,45
Alumine.	18,17	18,05	18,25
Sesquioxyde de fer. . .	8,45	»	8,17
Protoxyde de fer. . .	15,12	»	15,12
Chaux.	0,50	0,41	0,45
Magnésie.	»	15,32	15,32
Eau.	12,57	»	12,57
			99,33

La chlorite de Planitz a la même composition chimique que celle d'Oberstein ; elle est beaucoup plus riche en oxyde de fer, et au contraire beaucoup plus pauvre en magnésie que la chlorite d'Achmatowsk ou que celle de Schwartzenstein, mais sa teneur en silice est cependant peu différente (1).

Elle doit donc être rapprochée de la chlorite de Mielin que j'ai désignée sous le nom de chlorite ferrugineuse (2).

On voit que ces chlorites, qui ont le même gisement et qui se sont développées dans les druses de roches d'origine ignée d'âges différents ont

(1) Rammelsberg Handworterbuch, p. 155.

(2) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 221.

toutes à peu près la même composition chimique; elles forment une variété de la famille des chlorites, intermédiaire entre la chlorite proprement dite et entre le ripidolite et qui montre bien que ces minéraux appartiennent tous à la même espèce minérale.

Les amygdaloïdes de quartz du porphyre d'Oberstein sont le plus souvent entourées par une petite couche de chlorite; quelquefois cependant des amygdaloïdes de chlorite sont elles-mêmes entourées par de la chaux carbonatée.

Zéolithes.

D'après M. Steininger, l'intérieur des amygdaloïdes offre, outre le quartz, la chaux carbonatée et la chlorite, différentes *zéolithes* telles que la *chabasie*, l'*harmotôme*, l'*analcime* (1), la *prehnite*, qui à Reichenbach, près de Baumholder, renferme souvent, ainsi que cela a lieu dans beaucoup d'autres roches de trapp, des lamelles de *cuivre natif* et qui est quelquefois accompagnée de carbonate et d'hydrosilicate de cuivre; de la *stilbite* blanc-jaunâtre ou rougeâtre qui, à Niederkirchen, est associée à de la *prehnite*, etc. (2)

Quand on examine la structure des amygdaloïdes d'Oberstein, on reconnaît que la chabasie, l'harmotôme et les zéolithes en général en occupent le centre et qu'elles sont en cristaux très-nets qui se sont développés sur les pyramides de quartz et par conséquent postérieurement à la cristallisation du quartz.

La chaux carbonatée accompagne souvent ces zéolithes et tantôt elle a cristallisé à côté d'elles, ses cristaux étant mélangés sans aucun ordre de

(1) Fon Leonhard.—Charakteristik der felsarten, p. 550.
(2) Steininger, l. c., p. 114-115.

superposition ; tantôt au contraire ces zéolithes sont superposées à la chaux carbonatée : ainsi j'ai observé une amygdaloïde d'Oberstein qui présentait à sa circonférence un calcaire *c'* radié et à couches concentriques comme celui des stalactites qui se forment dans les grottes par l'infiltration des eaux chargées de carbonate de chaux, puis un calcaire *c* spathique et à lamelles entrecroisées, lequel était ensuite recouvert par des cristaux de chabasie *z*.



Près de l'usine d'Oberstein dans laquelle on polit les agates, la chabasie et l'harmotôme remplissent souvent les fentes qui se sont produites dans le porphyre amygdaloïde, et les zéolithes qui viennent d'être décrites sont d'ailleurs celles qu'on retrouve le plus généralement dans les amygdaloïdes de toutes les roches volcaniques anciennes, et spécialement de celles qu'on désigne sous le nom de *trapp*.

Hydroxyde de fer et de manganèse.

M. Steininger a encore observé à Fraisen des nodules et des aiguilles d'*hydroxyde de fer cristallisé* engagés dans des cristaux de quartz et d'améthyste, mais il n'a rencontré le *fer oligiste* que dans des druses de quartz des environs de Saint-Wendel.

Il y a aussi de l'*hydroxyde de fer* et de l'*hydroxyde de manganèse* à l'état terreux (1) recouvrant les minéraux de géodes déjà décrits précédemment, et M. Steininger signale en outre de l'*opale* à Ober-Jeckenbach.

Opale.

Ainsi que l'a fait remarquer M. de Léonhard, on ne trouve d'ailleurs pas dans les amygdaloïdes le

(1) Steininger, l. c., p. 110.

feldspath qui est le minéral constituant du porphyre d'Oberstein, et on n'y trouve pas non plus de mica, ni d'augite (1).

Le *mode de formation* des amygdaloïdes qui viennent d'être décrites a été souvent l'objet des recherches des géologues, et parmi ceux qui dans ces derniers temps s'en sont occupés d'une manière spéciale, on peut citer MM. Bischoff, Bunsen, Haidinger, Dana, Nœggerath, Dellmann, Alger, Jackson. Mode de formation des amygdaloïdes.

D'après ce qui précède, on voit d'ailleurs que les minéraux des amygdaloïdes ont le plus souvent une structure concrétionnée et à couches concentriques, qui montre qu'ils ont été formés par une infiltration ayant rempli successivement les cellules que présentait d'abord la roche; cette infiltration peut d'ailleurs avoir été produite, soit par de l'eau à la température ordinaire, auquel cas elle serait postérieure à la formation de la roche; soit par de l'eau chaude ou en vapeur, auquel cas elle pourrait être contemporaine de cette formation.

Quand les cellules ont été complétement remplies, la structure concrétionnée de l'amygdaloïde s'observe jusqu'à son centre, comme si la cristallisation avait été gênée par une trop grande quantité de matière; quand l'amygdaloïde est creuse, il s'est ordinairement formé des cristaux dans sa partie centrale et la structure cristalline est d'autant plus développée qu'on se rapproche davantage du centre; la structure concrétionnée s'est au contraire conservée à la circonférence et on observe d'ailleurs très-bien cette structure dans la chlorite et surtout dans le quartz agate.

---

(1) Von Leonard.—Charakteristik der Felsarten.

Si on recherche quelle est la composition chimique des minéraux qui forment les amygdaloïdes, on reconnaît qu'ils renferment de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer et de manganèse, de la chaux, de la magnésie, de la soude et de la potasse, c'est-à-dire toutes les substances minérales qui entrent dans la composition de la roche; l'harmotôme contient 19 p. o/o de baryte d'après l'analyse qui en a été faite par M. Köhler, mais cette zéolithe est peu abondante comparativement aux autres minéraux des amygdaloïdes et la baryte peut provenir soit de baryte qui serait en quantité trop petite pour être reconnue par l'analyse ou qui se trouverait seulement dans certaines variétés de la pâte de la roche, soit de filons contenant du sulfate de baryte qui traversent quelquefois le porphyre ainsi que cela a été constaté par M. de Dechen.

Dans les amygdaloïdes, la séparation des différentes substances minérales a du reste été beaucoup plus complète qu'elle ne l'est dans la roche elle-même, car, de quelque manière qu'ait eu lieu l'infiltration à travers les pores du porphyre, sa lenteur a permis aux affinités chimiques ainsi qu'aux forces de cristallisation de se développer, et il en est résulté des minéraux variés.

Le *quartz* et la *chaux carbonatée* qui sont les plus abondants ont été formés directement par le dépôt de la silice en excès et du carbonate de chaux contenus dans la dissolution. Il en a été de même pour les *hydroxydes de fer et de manganèse*.

Il s'est produit en outre plusieurs variétés d'*hydrosilicate* de bases à 3 et à 1 atome d'oxygène; la première de ces variétés est la *chlorite* dans laquelle se sont fixés l'oxyde de fer et la magnésie :

les autres variétés, bien distinctes de la première par leurs propriétés et par leur composition, mais ayant cependant le même mode de formation, sont la *chabasie*, l'*harmotóme*, la *prehnite*, l'*analcime*, etc., c'est-à-dire les zéolithes dans lesquelles il s'est fixé de la chaux, des alcalis et quelquefois un peu d'oxyde de fer.

Filons de mercure et de cuivre.

Dans un mémoire important M. de Dechen a fait connaître le gisement d'autres minéraux et principalement des minerais de *mercure* et de *cuivre* qu'on rencontre soit disséminés, soit en filons dans le porphyre d'Oberstein et qui sont postérieurs à sa formation (1).

Dans le résumé du Mémoire précité, M. de Dechen fait observer « que les filons qui renferment » le minerai de mercure traversent les couches du » terrain houiller, aussi bien que les roches qui y » ont été injectées.

» Dans le porphyre, ces filons sont tantôt ré» guliers et tantôt irréguliers; dans le porphyre » amygdaloïde entre Rothsweiler et Eizweiler, » près de Baumholder, ils sont irréguliers et dis» séminés dans la roche. Le minerai de mercure » qu'ils contiennent le plus fréquemment est le » *cinabre*; quelquefois on y observe du *mercure* » natif, de l'*amalgame d'argent*, *du chlorure de* » *mercure*, et à Landsberg, il y a aussi du *cuivre* » *gris* contenant du mercure.

» Ces minerais sont accompagés d'*argile* ainsi » que des minéraux qui forment habituellement la

---

(1) Karsten und fon Dechen Archiv., t. XXII, p. 375-464 fon Dechen.—Das forkommen der queksilbererze in dem Pfalzisch-Saarbrückenscher Kohlengebirge.

» gangue des filons tels que la *baryte sulfatée* et » différentes variétés de *quartz*.

» Il y a en outre des minéraux métalliques » dont le plus abondant est de beaucoup la *pyrite* » *de fer* qui est quelquefois argentifère, du *fer* » *oligiste*, de l'*hydroxyde de fer*, de la *psilo-* » *melane*, du *fer carbonaté*, de la *galène*, du » *cuivre gris*, de la *pyrite de cuivre*, de la *ma-* » *lachite*, de l'*azurite*, du *sulfure d'antimoine* et » de la *pyrolusite*.

» Au nord de Baumholder près de Berschweiler, » Reichenbach, Frauenberg et Hammerstein, des » filons de cuivre contenant de la *pyrite de cuivre*, » de la *malachite* et du *cuivre sulfuré*, ont d'ail- » leurs traversé les variétés compactes et amyg- » daloïdes du porphyre. »

Gisement. Le porphyre amygdaloïde d'Oberstein qui vient d'être analysé et décrit est une roche extrêmement abondante aux environs d'Oberstein, d'Idar, de Baumholder, de Fischbach, de Reichenbach, etc., dans la vallée de la Nahe ainsi que dans tout le bassin houiller de la Sarre entre Sarrebruck et Kreutznach. Il forme des dykes dont les dimensions et les contours sont très-irréguliers; près d'Oberstein il couvre une surface très-étendue du sol sur lequel il paraît s'être répandu à la manière de grandes nappes ou de coulées. Sa structure de séparation est quelquefois prismatique, mais le plus souvent elle présente des lits successifs et même elle est schistoïde.

M. de Bonnard a constaté que les variétés à structure grenue (trapp) alternent quelquefois avec les couches du terrain houiller; il a reconnu également que les variétés qu'il désigne sous le nom de Cornéenne et de Wake, peuvent passer

d'une manière insensible à un psammite à grains fins (1), et M. Hamilton signale aussi des passages de la roche qui contient les agates au grès (2).

Le gisement de ce porphyre a été étudié avec beaucoup de soin par M. Steininger qui a publié une carte géologique très-détaillée des pays compris entre la Sarre inférieure et entre le Rhin. Relativement à son âge, on peut remarquer que d'après la Carte géologique de France les dykes de ce porphyre se trouvent le plus généralement au milieu du terrain houiller proprement dit, mais qu'ils s'observent aussi au milieu du grès Vosgien; par conséquent le porphyre est plus récent que ce grès.

Beaucoup de roches décrites sous le nom de trapps et d'amygdaloïdes peuvent être rapprochées de la précédente et présentent avec elle les plus grandes analogies par leur gisement, par les minéraux, ainsi que par les minerais qu'elles contiennent; les minerais de cuivre, et en particulier le cuivre natif, s'y montrent surtout avec une grande constance, et dans un mémoire précédent M. Burat a fait ressortir les relations des roches trappéennes avec les minerais de cuivre et de fer.

Le cuivre natif, qui ne s'observe que dans quelques échantillons minéralogiques de la roche d'Oberstein, donne lieu au lac Supérienr et à la Nouvelle-Écosse à des exploitations extrêmement importantes, entreprises généralement dans les amygdaloïdes qui, d'après M. Jackson, se trouvent au contact du trapp avec le grès. D'après

(1) Annales des mines, 1re série, t. VI, p. 515.

(2) The quarterly Journal of geological society, 19 janvier 1848, p. 213.

M. G. Leonhard, le cuivre natif a encore des gisements analogues dans le New-Jersey, dans le Massachusetts, dans le Connecticut et aussi près de Brunswick, de Tlemington et de Somerville (1) : il est d'ailleurs associé avec une grande variété et avec une grande quantité de zéolithes, et la datholite est même assez abondante au lac Supérieur pour être exploitée comme minerai de borax.

(1) Neues Jahrbuch, 1849. — G. Leonhard. Topographische Mineralogie fon der fereinigten staaten.

NOTE

Sur la production des mines d'or et de platine de l'Oural et des gîtes de la Sibérie, pendant le premier semestre de l'année 1849.

(Renseignements transmis par la Légation de France à Saint-Pétersbourg, d'après le tableau publié par le Gouvernement impérial de Russie.)

Les quatre mines appartenant à la Couronne ont donné, pendant la première moitié de l'année 1849, environ 1.236 kilogrammes d'or, représentant une valeur de 4.300.000 fr.

Les exploitations particulières, au nombre de 23, ont rendu, toutes ensemble, 2.928$^{kil.}$,60, estimés 10.190.000 fr.

La valeur totale de la production des gîtes aurifères a ainsi atteint, pour le premier semestre de l'année 1749, la somme de 14.490.000 fr.

Si l'on compare ce chiffre au chiffre analogue du second semestre de l'année 1848, on trouve qu'il excède ce dernier de plus de 4.500.000 fr. Cet excédant est dû, pour la presque totalité, aux exploitations particulières; la production des mines de la Couronne a très-peu varié.

Les gîtes de platine ont donné 66 kilog., représentant une valeur de 66.000 fr. environ. Ils sont au nombre de trois, dont un seul appartient au gouvernement : ce dernier n'a fourni, du reste, qu'une quantité insignifiante de métal.

Il est à remarquer que le fait signalé pour l'or, d'une augmentation notable dans la production pendant le premier semestre de 1849, a eu lieu

d'une manière beaucoup plus saillante encore pour le platine. Il n'y avait eu que 23 kilog. de ce métal de livrés au commerce pendant les dix derniers mois de 1848

En admettant que la production du second semestre de 1849 pût être calculée sur les mêmes bases que celles du premier semestre, la valeur totale de l'or et du platine extraits des gîtes de l'Oural, dans l'année entière, dépasserait 30.000.000 de francs.

La production de l'osmium et de l'iridium est excessivement restreinte; quatre exploitations, dont trois organisées par des particuliers, ont donné pendant la durée du semestre dont nous nous occupons environ 5 kilogrammes de ces métaux.

Ils se trouvent d'ailleurs, ainsi que le platine, distribués dans les gîtes où s'effectue l'extraction de l'or.

. . . .

Une nouvelle dépêche de la légation de France à Saint-Pétersbourg annonce que les quantités d'or provenant des exploitations de Sibérie, et apportées dans la capitale de l'empire par la première caravane d'été de 1849, s'élèvent à 431 pouds, 21 livres, 65 $\frac{44}{96}$ zolotnick, ou environ 7.055 kilogrammes, représentant une valeur de 25.115.800 fr. Ces exploitations sont au nombre de 65, sur lesquelles 11 ont produit chacune plus de 163$^{\text{kil.}}$,70 de matière. Il y en a 2, notamment, qui ont rendu à elles seules plus de 1.960 kilog. de métal précieux.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT LES MINES, USINES, ETC.

Décision de la section du contentieux du conseil d'État, en date du 29 juin 1849, annulant un arrêté du conseil de préfecture du département des Bouches-du-Rhône, *qui avait refusé au sieur* DE CASTELLANE *l'autorisation d'établir deux machines à vapeur sur un puits ouvert dans une concession de mines de lignite dont il est propriétaire.* **Machines à vapeur.**

Le conseil d'État, section du contentieux ;

Vu la requête du sieur de Castellane, enregistrée au conseil d'Etat, le 24 juin 1847, par laquelle il demande l'annulation d'un arrêté du conseil de préfecture du département des Bouches-du-Rhône, en date du 25 mai 1847, contre le sieur Pierre-André Dufaur et la dame Pauline Capus, son épouse, demeurant à Aix, département des Bouches-du-Rhône ;

Vu la demande du sieur de Castellane, en autorisation d'établir deux machines à vapeur sur le puits de la Vrillère, ouvert sur une usine de lignite et le plan y annexé, demande en date du 25 mars 1846 ;

Vu le procès-verbal d'enquête et l'opposition consignée au dit procès-verbal par les époux Dufaur ;

Vu les avis du conseil de salubrité du département des Bouches-du-Rhône, du conservateur des forêts et de l'ingénieur des usines, avis favorables à la demande, et l'arrêté du préfet des Bouches-du-Rhône, en date du 24 septembre 1846 ;

Vu le mémoire ampliatif, produit par le sieur de Castellane, enregistré au conseil d'Etat, le 7 octobre 1847 ;

Vu l'ordonnance de soit communiqué aux époux Dufaur, en date du 13 juillet 1847 ;

Vu la signification qui leur a été faite de cette ordon-

nance, et l'assignation à eux donnée de la requête du sieur de Castellane à comparaître devant le conseil d'Etat, en date du 12 octobre, de la même année;

Vu la lettre écrite au ministre des travaux publics, en date du 5 janvier 1848;

Vu l'avis de la commission centrale des machines à vapeur et la lettre du ministre des travaux publics, à laquelle il joint son avis motivé, enregistré au conseil d'Etat, le 8 mai 1848;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu toutes les pièces jointes au dossier;

Vu le décret du 14 octobre 1810;

Vu les ordonnances du 14 janvier 1815 et du 22 mai 1843;

Vu les lois sur l'administration des forêts, spécialement l'article 10, titre 2 de la loi du 6 octobre 1791, et les articles 148 et 151 du code forestier;

Vu l'article 139, § 4 du Code d'instruction criminelle, et l'article 5, § 1er, de la loi du 25 mars 1838;

Ouï M. Landrin, conseiller d'Etat, en son rapport;

Ouï Me Mathieu Bodet, avocat du sieur de Castellane, en ses observations;

Ouï M. Dumartroy, maître des requêtes, commissaire du gouvernement, en ses conclusions;

Considérant que l'existence de foyers et chaudières à vapeur dans la localité désignée au plan annexé à la demande ne peut donner lieu à aucune incommodité résultant de la fumée ni à un danger d'incendie;

Que l'arrêté du préfet, qui accordait l'autorisation demandée par le sieur de Castellane ne faisait pas obstacle à ce que les époux Dufaur se pourvussent devant les tribunaux, soit pour la réparation des dommages causés à leur propriété, soit pour l'application des lois forestières, s'il y avait lieu;

Décide :

Art. 1er. L'arrêté du conseil de préfecture du département des Bouches-du-Rhône est annulé.

Art. 2. Les époux Dufaur sont condamnés aux dépens.

Art. 3. Expédition de la présente décision sera transmise au ministre des travaux publics.

DEUXIEME SEMESTRE 1849.

Décret du Président de la République, en date du 7 juillet 1849, qui accorde au sieur Modeste Chemin, *la concession d'une mine d'anthracite située au* Mas de Malacombe, *commune de* la Salle, *arrondissement de* Briançon (Hautes-Alpes).

Mine d'anthracite de la Salle.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession de la Salle, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord et à l'Ouest, par une ligne droite partant des fontaines de la Salle et allant joindre la maison du sieur Jacques Martin, au hameau de Bessy;

Au Sud, par une ligne droite menée de ladite maison à la prise d'eau du canal des Chabottis, sur le ruisseau de la Salle;

A l'Est, par le ruisseau de la Salle, depuis la prise d'eau du canal des Chabottis jusqu'aux fontaines de la Salle, point de départ.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de un kilomètre carré, cinquante hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de 5 centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions sont applicables, nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Art. 6. Le concessionnaire livrera aux habitants de la commune de la Salle, la quantité d'anthracite nécessaire à leur chauffage, à un prix qui, pendant les cinq premières années, ne pourra excéder 45 centimes par 100 kilogrammes.

Au bout de cinq ans, le prix ci-dessus fixé sera révisé et réglé de nouveau par le préfet du département, sur le rapport de l'ingénieur des mines, après que le concessionnaire et le conseil municipal auront été entendus; une révision semblable aura lieu dans les mêmes formes de cinq années en cinq années.

L'anthracite, ainsi délivré aux habitants de la commune de la Salle, devra être d'aussi bonne qualité que l'anthracite qui sera vendu pour le concessionnaire hors de ladite commune.

Toute discussion qui s'élèverait sur ce point sera soumise à la décision d'experts nommés par les parties intéressées et qui réduiront, s'il y a lieu, le prix de l'anthracite reconnu de qualité inférieure. Dans le cas où le concessionnaire rencontrerait et exploiterait un gîte d'anthracite propre à la forge, le prix de cet anthracite pour les habitants de la commune serait également déterminé par des experts nommés par les deux parties.

Cahier des charges de la concession d'anthracite de LA SALLE.

(Extrait.)

Art. 2. Pour les deux gîtes connus, les galeries commencées seront régularisées et construites suivant la direction des couches, en leur donnant seulement la pente nécessaire à l'écoulement des eaux. Les galeries seront boisées solidement, entretenues en bon état, et on les poussera aussi loin que le permettra l'allure des gîtes.

Art. 3. Le concessionnaire exécutera, en outre, conformément à ce qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition des ingénieurs des mines, les travaux qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploration des terrains compris dans la concession.

Usine à fer, à Bergerac.

Décret du Président de la République, en date du 7 juillet 1849, qui autorise le sieur ROUGIER *à établir en la place d'un moulin à blé qu'il possède sur le ruisseau de* CANDEAU, *au lieu dit* CAMPSELADE, *commune de* BERGERAC (Dordogne), *une usine à*

fer comprenant : un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, au charbon de bois; deux foyers d'affinerie également au charbon de bois; un lavoir à bras pour le minerai; un bocard pour les laitiers.

Décret du Président de la République, en date du 7 juillet 1849, *qui autorise les sieurs* Gautier fils, Renault et compagnie, *à établir, au lieu dit* le Champ Saint-Paul, *commune d'*Ars-sur-Moselle (Moselle), *une usine destinée au traitement du minerai de fer et à la conversion de la fonte en fer, laquelle usine sera mue par plusieurs machines recevant la vapeur de chaudières chauffées complétement ou en partie par les flammes des hauts-fourneaux, fours à puddler et à réchauffer.* **Usine à fer, à Ars-sur-Moselle.**

La consistance de cet établissement est fixée ainsi qu'il suit :

1° Quatre fourneaux au coke;
2° Seize fours à puddler;
3° Cinq fours à reverbère de chaufferie;
4° Les appareils de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication.

Décret du Président de la République, en date du 7 juillet 1849, *qui autorise le sieur* Ledémour d'Ivony *à établir près du haut-fourneau qu'il possède sur la rivière de la* Seine, *commune de* Nod (Côte-d'Or), *un patouillet à une seule huche pour le lavage du minerai de fer.* **Patouillet, commune de Nod.**

Loi du 10 *juillet* 1849, *qui ouvre un crédit supplémentaire applicable aux travaux d'appropriation à exécuter dans la propriété de* Chante-Grillet

(Loire), *pour y installer l'École des mineurs de Saint-Étienne.*

Art. 1er. Il est ouvert au ministre des travaux publics, sur l'exercice 1849, un crédit supplémentaire de soixante mille francs (60,000 fr.) applicable aux travaux d'appropriation de la propriété de Chante-Grillet, près Saint-Étienne (Loire), acquise par l'Etat, en vertu de la loi du 23 juillet 1847, pour y installer l'Ecole des mineurs de cette ville.

Art. 2. Il sera pourvu à la dépense autorisée par l'article précédent, à l'aide des ressources créées par le budget de l'exercice 1849.

Fours à réverbère, à Schwartzbach.

Décret du Président de la République, en date du 18 juillet 1849, qui autorise Mme veuve DE DIÉTRICH et fils *à établir deux fourneaux à réverbère pour la seconde fusion de la fonte, avec tous les accessoires nécessaires, sur la rivière de* SCHWARTZBACH, *dans la commune de* REICHSHOFFEN (Bas-Rhin), *en remplacement de l'usine à fer qui avait été rétablie dans cette commune en vertu des lettres-patentes du* 21 *janvier* 1767 *et qui est et demeure supprimée.*

Usine à fer de Niederbronn.

Décret du Président de la République, en date du 18 juillet 1849, qui autorise Mme veuve DIÉTRICH *et* fils *à maintenir en activité l'usine à fer de* NIEDERBRONN, *située sur la rivière de* FALCKENSTEIN, *dans la commune de* NIEDELBRONN (Bas Rhin).

La consistance de cette usine demeure ainsi fixée :
Deux hauts-fourneaux,
Un bocard à crasses,
Un feu d'affinerie,
Un feu de chaufferie,
Et les machines de compression nécessaires à la marche constante de l'établissement.

Décret du Président de la République, en date du 18 juillet 1849, qui autorise Mme veuve Diétrich *et fils, 1° à maintenir en activité l'usine à fer de* Jœgerthal, *située sur la rivière de* Schwartzbach, *commune de* Niederbronn (Bas-Rhin); *2° à l'augmenter de deux feux d'affinerie, deux feux de chaufferie, un four à griller les minerais de fer, un bocard à crasses, et des machines de compression nécessaires à la marche constante de l'établissement.*

Usine à fer de Jœgerthal, à Niederbronn.

Par suite de la construction des nouveaux feux et ateliers, l'usine comprendra :

Un haut-fourneau,
Un bocard à crasses,
Six feux d'affinerie,
Trois feux de chaufferie,
Un four à reverbère pour le grillage des minerais,
Et les machines de compression nécessaires à la marche constante de ladite usine.

Décret du Président de la République, en date du 18 juillet 1849, qui autorise Mme veuve de Diétrich *et fils à maintenir en activité l'usine à fer de* Zinswiller, *située sur la rivière de la* Zinzel, *commune de* Zinswiller (Bas-Rhin).

Usines à fer de Zinswiller.

La consistance de cette usine demeure ainsi fixée :

Un haut-fourneau,
Un bocard à crasses,
Trois feux d'affinerie,
Un feu de chaufferie,
Et les machines de compression nécessaires à la marche constante de l'établissement.

Décret du Président de la République, en date du 18 juillet 1849, qui autorise le sieur Drumeaux-Gendarme, *à maintenir en activité l'usine à fer*

Usine à fer, à Neuville-aux-Tourneurs.

qu'il possède sur le ruisseau de la SARMONNE, *au lieu dit* LA ROCHE, *commune de* LA NEUVILLE-AUX-TOURNEURS (Ardennes).

La consistance de cette usine est et demeure déterminée ainsi qu'il suit, savoir :

1° Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer au charbon de bois;

2° Un cubilot pour la seconde fusion de la fonte;

3° Un bocard à crasses, à 8 pilons;

4° Un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer.

Usine à fer de Rauschendwassen.

Décret du Président de la République, en date du 18 juillet 1849, qui autorise Mme veuve DE DIÉTRICH *et* fils, 1° *à maintenir en activité l'usine à fer de* RAUSCHENDWASSER, *située sur la rivière de* SCHWARTZBACH, *communes de* NIEDERBRONN *et de* REICHSHOFFEN (Bas-Rhin) ; 2° *à l'augmenter de trois feux d'affinerie au charbon de bois.*

La consistance de l'usine, par suite de l'addition de ces nouveaux feux, demeure ainsi fixée :

Quatre feux d'affinerie,

Deux fours à réverbère de chaufferie,

Plus une fonderie et une tôlerie, avec toutes les machines de compression et d'étirage nécessaires au roulement de l'usine.

Sels.

Décret du Président de la République, en date du 23 juillet 1849, relatif à la remise accordée, à titre de déchet, pour les sels ignigènes et les sels étuvés, et pour les sels bruts des marais salants du Midi.

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce;

Vu l'article 15 de la loi du 17 juin 1840, relatif à la

remise à accorder pour les sels à titre de déchet, en raison des lieux de production ;

Vu les ordonnances du 8 décembre 1843 et du 10 avril 1846 ;

Vu l'avis du minstre des finances ;

Décréte ce qui suit :

Art. 1er. La remise accordée à titre de déchet pour les sels ignigènes et pour les sels étuvés sera désormais de 5 p. 0/0, lorsque ces sels seront transportés en vrac, et par la voie maritime.

Est pareillement élevée de 3 à 5 p. 0/0 la remise applicables aux sels bruts des marais salants du Midi, qui seront expédiés par mer, et en vrac des ports de la Méditerranée, à destination de ceux de l'Océan et de la Manche.

Art. 2. Les dispositions des ordonnances du 8 décembre 1843 et 10 avril 1846, auxquelles il n'est point dérogé par le présent décret, continueront à avoir leur effet.

Art. 3. Les ministres aux départements de l'agriculture et du commerce et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au Bulletin des lois.

Décret du Président de la République, en date du 24 juillet 1849, qui accorde à M. Roux de Fraissinet *la concession de mines de plomb argentifère, de cuivre et autres métaux du* Kef oum Thaboul, *près et à l'Est de* la Calle, *province de* Constantine *en* Algérie.

Mines de plomb argentifère et autres métaux du Kef-oum-Thaboul, province de Constantine, en Algérie.

Le Président de la République ;

Vu le rapport du ministre de la guerre ;

L'arrêté ministériel du 7 novembre 1845, autorisant M. Roux de Fraissinet, négociant à Marseille, à faire des recherches de mines de plomb argentifère près et à l'Est de la Calle, province de Constantine, en Algérie ;

La demande en concession, présentée le 28 janvier 1846 par MM. Labaille, Daminjon, Berard et de Jouvenel, et les plans et pièces à l'appui ;

La demande en concession formée le 6 octobre 1846, par M. Roux de Fraissinet, et le plan à l'appui ;

Les extraits de rôles des contributions directes et le certificat du maire de Marseille, du 28 août 1846, constatant les facultés pécuniaires de M. Roux de Fraissinet;

Les rapports de l'ingénieur en chef des mines en Algérie, des 12 et 14 juillet et 28 décembre 1846;

La lettre adressée au ministre de la guerre le 9 février 1847, par laquelle MM. Labaille, Dominjon, Bernard et de Jouvenel déclarent se désister de leur demande en faveur de M. Roux de Fraissinet;

Le rapport du directeur des travaux publics, du 28 mars 1847;

La délibération du conseil supérieur de l'administration de l'Algérie, du 17 septembre 1847;

La lettre au ministre des travaux publics, du 8 janvier 1848;

L'arrêté ministériel du 6 octobre 1848, accordant un nouveau permis d'exploration à M. Roux de Fraissinet, et le plan y annexé;

La loi du 21 avril 1810, les décrets des 6 mai 1811 et 3 janvier 1813, la loi du 27 avril 1838 et les ordonnances des 18 avril 1842 et 26 mars 1843;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. Il est fait concession, pour quatre-vingt-dix-neuf ans, à M. Roux de Fraissinet, négociant à Marseille, des mines de plomb argentifère, de cuivre et autres métaux compris dans les mêmes gîtes, qui sont situées près et à l'Est de la Calle, province de Constantine, en Algérie, dans les limites ci-après définies, autour du Kef oum Thaboul.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession du Kef oum Thaboul, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par l'oued Brali, à partir du point M où il rencontre l'oued Dredra, jusqu'au point R où il est traversé par le chemin de Tabarca aux ouled Arid, et par ce chemin jusqu'au point N où il coupe le chemin de la Calle à Dar-Tournia;

A l'Ouest, par une ligne droite menée dudit point N au point Z où se bifurque l'oued Zeitoum, et par une ligne droite dirigée de ce dernier point sur le Kef-Liefcha, mais en l'arrêtant au point O où elle coupe le prolongement d'une autre ligne droite allant du point d'intersec-

tion de l'oued Dredra et de l'oued Addeda ou Kef-Louach;

Au Sud, par la ligne droite passant par le Kef-Louach et le point V d'intersection de l'oued Dredra et de l'oued Addeda.

A l'Est, enfin, par l'oued Dredra à partir dudit point V, jusqu'au point M où il rencontre l'oued Brali, point de départ.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 10 kilomètres carrés, 50 hectares.

Art. 3. Il n'est rien préjugé sur l'exploitation des gîtes de tout minerai étranger, c'est-à-dire non compris dans les gîtes de plomb argentifère et de cuivre concédés par le présent décret et qui pourraient exister dans la concession du Kef oum Thaboul. La concession de ces gîtes sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit au concessionnaire du Kef oum Thaboul, soit à une autre personne. Les cahiers des charges des deux concessions régleront, dans ce dernier cas, les rapports des deux concessionnaires entre eux, pour la conservation de leurs droits mutuels et pour la bonne exploitation des divers minerais.

Art. 4. Le concessionnaire sera tenu de traiter ou faire traiter, soit en Algérie, soit en France, les minerais provenant de l'exploitation de sa concession.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, soit l'État, soit les particuliers, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sont réglés à une rente annuelle de vingt centimes par hectare de superficie.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter des conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Les droits attribués à l'État, comme propriétaire de la surface, seront versés tous les trois mois entre les mains du receveur des domaines.

Art. 6. Le concessionnaire payera, en outre, aux propriétaires de la surface, les indemnités déterminées par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, pour les dégâts et non-jouissance de terrain occasionnés par l'exploitation.

Art. 7. En exécution de l'article 10 de la loi du 21 avril 1810, toutes les questions d'indemnités à payer par le concessionnaire qui s'élèveraient à raison de recher-

ches ou travaux antérieurs au présent décret, seront décidées par le conseil de préfecture de la province de Constantine.

Art. 8. Le concessionnaire payera à l'État, entre les mains du receveur des domaines, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, et conformément à ce qui est déterminé par le décret du 6 mai 1811.

Art. 9. Le concessionnaire se conformera exactement aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 10. En exécution de l'ordonnance royale du 18 avril 1842, il devra élire un domicile administratif en Algérie, et le fera connaître par une déclaration adressée au préfet.

Art. 11. La propriété de la concession ne pourra être cédée, à une autre personne ou à une compagnie, sans l'autorisation du gouvernement.

Art. 12. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'administration des mines, en exécution des articles 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre II du décret du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise, d'une manière quelconque, à une autre personne par le concessionnaire. Ce cas arrivant, le nouveau propriétaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par le présent décret et par le cahier des charges y annexé.

Dans le cas où la concession serait transmise à une société, celle-ci sera tenue de se conformer à ce qui est exigé par l'article 7 de la loi du 27 avril 1838, sous peine de l'application, s'il y a lieu, des mesures prescrites par le même article, et des dispositions des articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Art. 13. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le préfet assignera au concessionnaire un délai de rigueur qui ne pourra excéder trois mois. Faute par le concessionnaire de justifier, dans ce délai, de la reprise de l'exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, au ministre de

la guerre, qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession, en exécution de l'article 10 de la loi du 27 avril 1838, et suivant les formes prescrites par l'article 6 de la même loi.

Art. 14. Si le concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une portion de la concession, il s'adressera par voie de pétition au préfet, six mois au moins avant l'époque à laquelle il aurait l'intention d'abandonner les travaux de ses mines, et il joindra à ladite pétition :

1° Le plan et l'état descriptif de ses exploitations;

2° Un certificat du conservateur des hypothèques constatant qu il n'existe point d'inscriptions hypothécaires sur la concession, ou, dans le cas contraire, un état de celles qui pourraient avoir été prises.

Lorsque ces pièces auront été fournies, la pétition sera publiée dans le *Moniteur algérien* et affichée pendant quatre mois, 1° à Constantine, 2° au domicile du demandeur, 3° au lieu de la résidence de l'autorité civile ou militaire chargée de l'administration du territoire sur lequel s'étend la concession. Les oppositions, s'il s'en présente, seront reçues et notifiées dans les formes déterminées par l'article 26 de la loi du 21 avril 1810.

La révocation ne sera valable que lorsqu'elle aura été acceptée, s'il y a lieu, par un décret du gouvernement.

Art. 15. Le présent décret sera publié au *Moniteur algérien* et au Bulletin officiel des actes du gouvernement, et affiché aux frais du concessionnaire à Constantine et au lieu de la résidence de l'autorité civile ou militaire chargée de l'administration du territoire sur lequel s'étend la concession.

Art. 16. Les dispositions de la loi du 21 avril 1810, des décrets des 6 mai 1811 et 3 janvier 1813, de la loi du 27 avril 1838, et des ordonnances royales des 18 avril 1842 et 26 mars 1843, mentionnées dans le présent décret, et généralement les dispositions de ces lois, décrets et ordonnances qui n'y sont point contraires, recevront leur exécution, sauf les modifications nécessitées par l'organisation administrative de l'Algérie.

Art. 19. Le Ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent décret.

Cahier des charges de la concession des mines métalliques de Kef oum Thaboul, en Algérie, *accordée à M.* Roux de Fraissinet *par décret du Président de la République, en date du* 24 *juillet* 1849.

Art. 1er. Dans le délai de trois mois à dater de la notification du décret de concession, il sera planté des bornes sur tous les points servant de limites à la concession où cela sera reconnu nécessaire. L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur des mines qui en dressera procès-verbal. Expéditions de ce procès-verbal seront adressées au ministre de la guerre, au préfet et au concessionnaire.

Art. 2. Dans le même délai, le concessionnaire devra reprendre et continuer les travaux destinés à l'exploration et à la reconnaissance des gîtes concédés, et il devra entreprendre les travaux qui seront jugés nécessaires pour préparer l'exploitation de ces gîtes.

Art. 3. Le concessionnaire exécutera, en outre, conformément à ce qui lui sera prescrit par le préfet et sous la surveillance spéciale des ingénieurs des mines, les travaux qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploration des terrains compris dans la concession.

Art. 4. Après l'achèvement des travaux prescrits par l'article 2, et au plus tard dans un délai de six mois, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes de ses mines et des travaux déjà exécutés. Ces plans seront dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Il y joindra un mémoire indiquant avec détails le mode d'exploitation qu'il se proposera de suivre. L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur les plans et coupes.

Art. 5. Le préfet, sur le vu de ces pièces et après avoir consulté les ingénieurs des mines, autorisera, s'il y a lieu, l'exécution du projet des travaux.

S'il est reconnu que ce projet peut occasionner quelques-uns des inconvénients ou dangers énoncés tant dans le titre v de la loi du 21 avril 1810 que dans les titres ii et iii du décret du 3 janvier 1813, qu'il n'assure pas aux mines une exploitation régulière et durable, qu'il

ne se coordonne pas convenablement avec la marche des exploitations voisines, enfin qu'il serait un obstacle aux travaux d'intérêt général que l'administration peut avoir ultérieurement à prescrire, le préfet n'en autorisera l'exécution qu'en y apportant les modifications nécessaires.

En cas de réclamation de la part du concessionnaire, il sera définitivement statué par le ministre de la guerre.

Art. 6. Il ne pourra être procédé à l'ouverture de puits ou galeries partant du jour, pour être mis en-communication avec des travaux existants, sans une autorisation du préfet, sur la demande du concessionnaire et sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. 7. Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation, il adressera au préfet un plan qui devra se rattacher au plan général de la concession et un mémoire indiquant son projet de travaux, le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article 4 ci-dessus. Le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, approuvera ou modifiera ce projet, ainsi qu'il est dit à l'article 6.

Art. 8. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous une ville, sous des habitations ou des édifices, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les propriétaires intéressés auront été entendus et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'art. 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 9. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous un canal, un bassin, un cours d'eau, une route ou un chemin de fer, ou à une distance de ses bords moindre de douze mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines, après que les



propriétaires et les ingénieurs auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

S'il est reconnu que l'autorisation peut être accordée, l'arrêté du préfet prescrira toutes les mesures de conservation et de sûreté qui seront jugées nécessaires.

Art. 10. Les concessionnaires ne pourront pratiquer aucune ouverture de travaux dans les forêts domaniales ou communales, avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater, au bout d'un an et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, les concessionnaires et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Art. 11. Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans les forêts par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

Art. 12. Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine dans la forêt, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, pris sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours devant le ministre de la guerre.

Art. 13. Chaque année, dans le courant de janvier, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés dans les articles précédents, et renfermant toutes les indications mentionnées auxdits articles, seront vérifiés par l'ingénieur des mines.

Art. 14. Dans le cas où, soit par suite de circonstances imprévues, soit par le fait seul de l'approfondissement des mines, il deviendrait nécessaire de changer le mode d'exploitation qui aura été déterminé, conformément aux articles 4 et 5 ci-dessus, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition des concessionnaires et sur le rapport des ingénieurs des mines, mais toujours après que le concessionnaire et les ingénieurs auront été entendus.

Art. 15. Aucune portion des travaux souterrains ne pourra être abandonnée qu'en vertu d'un arrêté du préfet à qui la déclaration d'abandon devra être faite par le concessionnaire; un plan des travaux sera joint à ladite déclaration. L'arrêté du préfet, pris sur le rapport de l'ingénieur des mines, prescrira, conformément aux articles 8 et 9 du décret du 3 janvier 1813, les mesures de police, de sûreté et de conservation jugées nécessaires.

Les ouvertures au jour des puits ou galeries qui deviendront inutiles, seront comblées ou bouchées par le concessionnaire ou à ses frais, suivant le mode qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition de l'ingénieur des mines, et à la diligence des autorités chargées de l'administration du territoire sur lequel les ouvertures seront situées.

Art. 16. Le concessionnaire tiendra l'exploitation de ses mines en activité constante, et ne pourra la suspendre sans cause reconnue légitime par l'administration.

Art. 17. Le concessionnaire devra exploiter de manière à pourvoir aux besoins des consommateurs et à ne compromettre ni la sûreté publique, ni celle des ouvriers, ni la conservation de la mine. Il se conformera à cet effet aux instructions qui lui seront adressées par l'administration et par les ingénieurs des mines, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

Art. 18. Dans le cas prévu dans l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, et généralement lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol et des habitations de la surface, le concessionnaire sera tenu d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, au garde-mines et à l'autorité civile ou militaire chargée de l'ad-

ministration de la localité dans laquelle l'exploitation sera située.

Si le concessionnaire, sur la notification qui lui sera faite de l'arrêté que prendra le préfet pour faire cesser la cause du danger, n'y obtempère pas, il y sera pourvu selon ce qui est prescrit par les articles 4 et 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. 19. Le concessionnaire sera tenu de placer à l'orifice des puits, tant d'extraction que d'épuisement, des machines assez puissantes pour suffire aux besoins de la consommation et pour assécher convenablement les travaux.

Ces machines devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

Art. 20. Conformément à l'article 14 de la loi du 21 avril 1810 et à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, le concessionnaire ne pourra confier la direction de ses mines qu'à une personne qui aura justifié de la capacité suffisante pour bien conduire les travaux. Il ne pourra employer en qualité de maîtres mineurs ou de chefs d'ateliers souterrains, que des personnes qui auront travaillé au moins pendant trois ans dans les mines comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, ou des élèves de l'école des mineurs de Saint-Étienne ou de l'école des maîtres ouvriers mineurs d'Alais ayant achevé leurs cours d'études et pourvus d'un brevet.

Aux termes de l'article 26 du décret du 3 janvier 1813, le concessionnaire n'emploiera que des mineurs et ouvriers porteurs de livrets.

Art. 21. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, il tiendra constamment en ordre et à jour sur chaque mine :

1° Les plans et coupes des travaux souterrains, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre;

2° Un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir, telles que l'allure des gîtes, leur épaisseur, la qualité du minerai, la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluant dans la mine;

3° Un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs;

4° Un registre d'extraction et de vente.

En exécution des articles 6, 27 et 28 du décret du 3 janvier 1813, le concessionnaire communiquera ces plans et registres aux ingénieurs des mines, toutes les fois qu'ils lui en feront la demande.

Conformément aux articles 36 du décret du 18 novembre 1810 et 27 du décret du 6 mai 1811, le concessionnaire adressera au préfet, dans la forme et aux époques qui lui seront indiquées, l'état de ses ouvriers, celui des produits extraits dans le cours de l'année précédente, et la déclaration du revenu net imposable de son exploitation.

Art. 22. Le concessionnaire sera tenu, en exécution de l'article 15 du décret du 3 janvier 1813, d'entretenir sur son établissement, dans la proportion du nombre des ouvriers et de l'importance de l'exploitation, les médicaments et autres moyens de secours qui lui seront indiqués par le préfet.

Art. 23. Dans le cas où il négligerait, soit d'adresser au préfet, dans les délais fixés, les plans dont il est question dans les articles 4 et 13, soit de tenir sur ses exploitations le registre et le plan d'avancement journalier des travaux exigés par l'article 25, soit enfin d'entretenir constamment sur ses mines les médicaments et autres moyens de secours, il y sera pourvu par le préfet, conformément aux dispositions de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Le préfet pourra également ordonner la levée d'office, et aux frais du concessionnaire, des plans dont l'inexactitude aurait été constatée par les ingénieurs des mines.

Art. 24. Faute par le concessionnaire d'adresser au préfet le projet d'exploitation exigé par l'article 4 ou de se conformer, dans ses travaux, au mode d'exploitation qui aura été déterminé par le préfet, d'après l'article 5, ses exploitations seront considérées comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810. En conséquence, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur des mines, la mine sera mise en surveillance spéciale, et il y sera placé, aux frais du concessionnaire, un garde-mine ou tout autre préposé nommé par le préfet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des

travaux, et de proposer telle mesure de police dont il reconnaîtra la nécessité.

Sur les propositions de cet agent et sur le rapport des ingénieurs des mines, le préfet ordonnera l'exécution des travaux jugés nécessaires à la sûreté publique ou à la conservation de la mine, et la suspension ou l'interdiction des ouvrages dangereux, sauf à en rendre compte immédiatement au ministre de la guerre.

Les frais auxquels donnera lieu l'application de ces dispositions seront réglés par le préfet, et recouvrés conformément à ce qui est prescrit par l'article 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. 25. Si les gîtes à exploiter dans la concession du Kef oum Thaboul se prolongent hors de cette concession, le préfet pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, le concessionnaire ayant été entendu, qu'un massif soit réservé intact sur chaque gîte, près de la limite de la concession, pour éviter que les exploitations soient mises en communication avec celles qui auraient lieu dans une concession voisine, d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre mine. L'épaisseur des massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet, qui en ordonnera la réserve.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque, que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura autorisé cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Dans le cas où l'utilité des massifs aurait cessé un arrêté du préfet sera nécessaire pour autoriser les concessionnaires à exploiter la partie qui leur appartiendra.

Art. 26. Toutes les fois que le concessionnaire exécutera des travaux sous des exploitations dépendant d'une autre concession ou dans leur voisinage immédiat, il sera tenu, aux termes de l'article 15 de la loi du 21 avril 1810, de donner caution de payer toute indemnité en cas d'accident. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

Art. 27. Dans le cas où il serait reconnu nécessaire à l'exploitation de la concession ou d'une concession limitrophe d'exécuter des travaux ayant pour but, soit de

mettre en communication les mines des deux concessions pour l'aérage ou pour l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours destinées au service des mines de la concession voisine, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux et d'y participer dans la proportion de son intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours au ministre de la guerre.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition de l'ingénieur des mines, conformément à l'article 14 du décret du 3 janvier 1813.

Dans ces divers cas, il pourra y avoir lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre, et le règlement s'en fera par experts, conformément à ce qui est prescrit par l'art. 45 de la loi du 21 avril 1810, pour les travaux servant à l'évacuation des eaux d'une mine dans une autre mine.

Art. 28. Dans le cas où le gouvernement reconnaîtrait la nécessité de travaux communs à plusieurs exploitations situées dans des concessions différentes, soit pour assécher des mines inondées, soit pour garantir de l'inondation des mines qui n'en seraient pas encore atteintes, le concessionnaire se conformera à tout ce qui sera prescrit en vertu de la loi du 27 avril 1838, relativement au système et au mode d'exécution et d'entretien des travaux d'épuisement, ainsi qu'à la répartition des taxes que les différents concessionnaires auront à acquitter.

Le refus de paiement de la quote-part attribuée au concessionnaire donnera lieu, contre lui, à l'application de l'art. 6 de la loi du 27 avril 1838.

Art. 29. L'exécution et la conservation des travaux dont il est question dans les deux articles précédents seront soumises à la surveillance spéciale des ingénieurs des mines.

Art. 30. Si des gîtes de minerais étrangers aux minerais qui font l'objet de la concession du Kef oum Thaboul sont exploités légalement par les propriétaires du sol ou deviennent l'objet d'une concession particulière accordée à des tiers, le concessionnaire des mines du Kef oum Thaboul sera tenu de souffrir les travaux que l'administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais,

et même, si cela est nécessaire, le passage dans ses propres travaux, le tout, s'il y a lieu, moyennant indemnité, laquelle sera, selon les cas, réglée de gré à gré ou à dire d'experts, ou renvoyée au jugement du conseil de préfecture, par application de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 31. Dans le cas où le concessionnaire, usant de la faculté qui lui est donnée par l'article 4 du décret de concession, voudrait traiter en Algérie les produits de son exploitation, il ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique et le traitement minéralurgique de ces produits, qu'après l'accomplissement des formalités exigibles par application des articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Le concessionnaire devra, dans ce cas, amener sur les lieux le nombre d'ouvriers nécessaires, tant pour l'extraction des minerais que pour leur préparation mécanique et leur traitement minéralurgique dans les usines créées à cet effet : l'administration s'engageant à favoriser, autant que faire se pourra, l'établissement et le développement de ces centres de population par des concessions de terres proportionnées à leur importance, à la proximité des exploitations.

Mines de plomb argentifère et autres métaux.

Décret du Président de la République, en date du 25 *juillet* 1849, *qui accorde aux citoyens* Charles-Luce-Paulin-Clément Borelli de Salzet, André-Jules Borelli de Serres *et* Hercule Marcé, *la concession de mines de plomb argentifère et autres métaux, situées dans les communes de* Cocurès *et de* Bédonès, *arrondissement de* Florac (Lozère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession de Cocurès, est limitée conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir de la Vernède, point F du plan, par une suite de lignes droites allant de la Vernède à Bourlande, point E, de Bourlande à Colas, point D, et de Colas à la ferme d'Issenger, point C;

A l'Ouest, par une ligne droite allant de la ferme d'Issenger à la ferme d'Ariges, point B;

Au Sud, par deux lignes droites allant de la ferme d'Ariges au point d'intersection A, du chemin de Bédonès à la salle Prunet, avec la limite territoriale de ces deux communes, et de ce point A au Puech de Froumentalet, point G.

A l'Est, par une ligne droite allant du Puech de Froumentalet à la Vernède, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatorze kilomètres carrés, soixante hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rétribution annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de plomb argentifère et autre métaux de COCURÈS.

(Extrait.)

Art. 2. Les concessionnaires seront tenus de continuer immédiatement les travaux de recherches et d'exploitation, par galeries souterraines, sur les principaux filons, notamment sur ceux de la descente de la Baume sur le filon attaquée à ciel ouvert dans le ravin de Desaubuger.

La direction et les dimensions de ces galeries seront déterminées par le préfet; les ingénieurs des mines en surveilleront l'exécution d'une manière spéciale.

Art. 2. Les concessionnaires exécuteront, en outre, conformément à ce qui leur sera prescrit par le préfet, et sous la surveillance spéciale des ingénieurs des mines, les travaux qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploration des terrains compris dans la concession.

Art. 9. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous le village de Cocurès, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil

municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'art. 15 de la loi du 21 avril 1810.

Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 27. Si des gîtes de minerais étrangers à ceux qui font l'objet de la présente concession dans son étendue, sont exploités légalement par les propriétaires du sol, ou deviennent l'objet d'une concession particulière accordée à des tiers, les concessionnaires des mines de Cocurès, seront tenus de souffrir les travaux que l'administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais, et même, si cela est nécessaire, le passage dans leurs propres travaux ; le tout, s'il y a lieu, moyennant indemnité, laquelle sera, selon les cas, réglée de gré à gré ou à dire d'experts, ou renvoyée au jugement du conseil de préfecture, en exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810.

Mines d'antimoine de Barlet.

Décret du Président de la République, en date du 25 *juillet* 1849, *qui accorde au sieur* MARIE (Brutus) *la concession de mines d'antimoine, situées communes de* LANGEAC, CHANTANGES, DIGONS, PEBRAC, CHAZELLES *et* TAILHAC, *arrondissement de* BRIOUDE (Haute-Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Barlet*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Est, par une ligne marquée AB partant du confluent du ravin de Veyrière et de la rivière de l'Adige (angle Nord-Est), d'une terre vaine dite Zarcas de Veyrat (au sieur Pierre Galand), et arrivant à l'angle Ouest

de la maison la plus occidentale du village de Brugeiroux ;

Au Nord-Ouest, par une ligne droite BC, allant du point ou angle ci-dessus désigné, à l'angle Sud de la parcelle de terre de Claude Bouche, n° 93 du cadastre de la section A de la commune de Chazelles ;

Au Sud, par la ligne CD, allant du précédent angle à l'angle E de la parcelle de Pélissier de Cambriol, n° 139 du même plan cadastral, sur le bord de l'Adige ;

Enfin au *Sud-Est*, par la ligne droite DA, menée du précédent angle au point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, quatorze hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines possédées, sont réglés à une rente annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et le propriétaire de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines d'antimoine de BARLET.

(Extrait.)

Art. 2. Dans le délai de trois mois à dater de la notification du décret de concession, le concessionnaire se mettra en mesure de percer au pied de la colline dans laquelle le filon de Barlet a été reconnu une galerie dont l'axe sera perpendiculaire à la direction moyenne (N.-N.E.) du filon.

Cette galerie sera disposée de telle sorte qu'elle puisse servir à la fois à l'écoulement des eaux et au transport des matières extraites.

Le point d'attaque, les dimensions et la pente en seront déterminés par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines et après avoir entendu le concessionnaire.

Art. 25. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la réparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu

une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Loi du 9 *août* 1849, *relative à l'École d'administration.*

L'Assemblée nationale législative a adopté la loi dont la teneur suit :

Art. 1er. L'école d'administration est et demeure supprimée.

Art. 2. Les élèves faisant à présent partie de l'école d'administration seront admis à suivre les cours des facultés de droit et de médecine, auquel cas, le temps qu'ils ont passé à l'école d'administration sera compté par six inscriptions aux élèves de la première promotion, et par quatre aux élèves de la seconde.

Ils seront autorisés à subir les examens de fin d'année, en dehors des époques fixées, tant pour la présente année scolaire que pour l'année scolaire de 1849 et 1850.

Le ministre de l'instruction publique pourra accorder, par collation à titre gratuit, le grade de bachelier ès lettres à tous les élèves de l'école d'administration qui n'en sont pas pourvus.

Il pourra accorder, à titre gratuit et par collation, le grade de bachelier ès sciences physiques à ceux des élèves qui lui auront été désignés par le conseil de l'école comme dignes de cette faveur, d'après les notes obtenues dans ceux de leurs examens qui se rapportent au programme des épreuves de ce grade.

Pour ceux des élèves qui seront admis dans l'administration publique, le surnumérariat ou la position d'attaché dateront du jour de leur entrée à l'école.

Tous les élèves de l'école d'administration seront autorisés à se présenter aux examens d'admission pour les écoles du Gouvernement, jusqu'à la fin de l'année scolaire 1849 et 1850.

La dispense du service militaire accordée à quelques-uns des élèves de l'école d'administration sera convertie en une exemption définitive.

Art. 3. Il est ouvert un crédit de vingt mille francs

(20.000 fr.) sur le budget de 1848, pour être affecté aux dépenses de l'école d'administration pendant le second semestre de 1848.

Art. 4. Les décrets du Gouvernement provisoire, en date du 8 mars et du 7 avril sont et demeurent abrogés.

Rapport au Président de la République.

Paris, le 21 août 1849.

Monsieur le Président,

L'article 2 de l'ordonnance du 7 mars 1831, fixe à vingt-cinq ans l'âge après lequel les candidats à l'école des mineurs de Saint-Etienne ne peuvent plus être admis à cette école.

Une limite ainsi restreinte a pour résultat de fermer l'accès de l'école aux jeunes militaires que l'intérêt de la défense du pays retient sous les drapeaux, et qui par cela même sont dignes de toute la sollicitude du gouvernement. Il m'a paru juste d'établir à leur profit une exception à la règle posée par l'ordonnance en vigueur, et de suivre ce qui se pratique pour les concours d'admission aux écoles polytechnique et de Saint-Cyr, en autorisant leur entrée à l'école des mineurs jusqu'à l'âge de vingt-huit ans. Au moyen de cette faculté, les jeunes militaires qui, pour la plupart se trouvent, à l'expiration de leur congé, sans avenir, verront s'ouvrir devant eux une nouvelle carrière, à laquelle ils auront pu se préparer dans les écoles régimentaires pendant la durée du service.

Un autre établissement, l'école des maîtres mineurs d'Alais, offre du reste une nouvelle ressource à ces jeunes gens, qui peuvent toujours s'y présenter, l'ordonnance royale du 22 septembre 1843, n'ayant pas fixé de limite maximum d'âge pour les élèves de cette école.

La faveur méritée que vous attachez, monsieur le Président, aux services rendus au pays dans les rangs de l'armée, me fait penser que vous voudrez bien donner votre approbation au projet de décret que j'ai l'honneur de vous soumettre, et qui a pour objet de consacrer au

profit des défenseurs de l'État un principe de justice et de l'égitime rémunération.

Agréez, etc.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

Au nom du Peuple français,

Le Président de la République,

Vu les ordonnances royales des 2 août 1816 et 7 mars 1831, relatives à l'école des mineurs de Saint-Etienne,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Décrète ce qui suit :

Art. 1er. Les militaires et marins sortant des corps de l'armée pourront être admis à l'école des mineurs de Saint-Etienne jusqu'à l'âge de vingt-huit ans, en se conformant aux règles du concours.

Art. 2. Le ministre des travaux publics est chargé de l'éxécution du présent décret.

Fait à l'Elysée national, le 22 août 1849.

Signé Napoléon BONAPARTE.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

---

*Décret du Président de la République, en date du 4 septembre 1849, relatif à la perception des droits de navigation établis sur les rivières et canaux non concédés, compris dans les bassins de l'*Escaut *et de l'*Aa.

Le Président de la République,

Vu le décret du 28 messidor an XIII (1), qui a réglé le tarif des droits de navigation à percevoir sur les bassins de l'Escaut et de l'Aa ;

Vu la loi générale du 9 juillet 1836, concernant la perception des droits de navigation intérieure ;

---

(1) 4e série, Bull. 52, n° 864.

Vu l'ordonnance du 30 novembre 1839 (1), relative au distances kilométriques;

Sur le rapport du ministre des finances,

Décrète :

Art. 1er. A partir du 25 septembre courant, les droits de navigation établis sur les rivières et canaux non concédés, compris dans les bassins de l'Escaut et de l'Aa, seront perçus, d'après la charge réelle des bateaux et la distance parcourue ou à parcourir, conformément au tarif ci-après :

Par myriamètre et par tonne de 1000 kilogrammes.

1° Bateaux chargés, en tout ou partie, de marchandises autres que celles désignées dans le paragraphe suivant. . . . . 05 c.

2° Bateaux exclusivement chargés de pavés, grès, moellons, sable, engrais, fumier, cendres et autres marchandises de même espèce. . 02

D'après le tonnage possible.

3° Bateaux vides. 01

Par mètre cube d'assemblage.

4° Trains et arbres flottés. 05

Art. 2. Tout bateau dont le chargement ne donnerait pas lieu à la perception d'une taxe au moins égale à celle qui serait due à vide sera imposé comme bateau vide.

Art. 3. Les marchandises transportées sur des trains ou radeaux payeront les mêmes droits que si elles étaient chargées sur des bateaux.

Art. 4. Tout bateau sur lequel il y aura des voyageurs payera le droit imposé à la première classe du tarif, quelle que soit la nature des chargements.

Art. 5. Sont exempts de droits :

1° Les bateaux employés exclusivement au service ou aux travaux de la navigation par les agents des ponts-et-chaussées ;

2° Les bateaux pêcheurs, lorsqu'ils porteront uniquement des objets relatifs à la pêche;

3° Les bateaux appartenant aux propriétaires ou fermiers, et chargés d'engrais, de denrées, de récoltes et de grains en gerbes pour le compte desdits propriétaires ou fermiers, lorsqu'ils auront obtenu l'autorisation de se

---

(1) 9e série, Bull. 696, n° 8374.

servir de bateaux particuliers dans l'étendue de leur exploitation.

Art. 6. Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent décret.

Décret du Président de la République, en date du 4 septembre 1849, *qui réduit les droits de navigation perçus sur le canal* Saint-Denis, *le canal de* Manicamp, *le canal de* Saint-Quentin, *et aux écluses de* Fresnes *et d'*Ywuy (Nord).

Le Président de la République,

Vu la loi du 13 mai 1818, et l'ordonnance du 3 septembre 1823 (1), concernant la concession des écluses de Fresnes et d'Ywuy;

Vu la loi du 5 août 1821, en ce qui touche le canal de Manicamp, le canal latéral à l'Oise et l'Oise canalisée;

Vu la loi du 20 mai 1818, portant concession du canal Saint-Denis;

Vu l'ordonnance du 31 décembre 1817 (2), la loi du 29 mai 1827 et l'ordonnance du 13 juin 1830 (3), relatives au canal de Saint-Quentin;

Vu les délibérations prises, savoir :

Par la compagnie des Trois-Canaux, le 19 juillet 1849;

Par la compagnie du canal Saint-Denis, les 10 et 28 du même mois;

Et par les concessionnaires des écluses de Fresnes et d'Ywuy, le 21 août 1849;

Sur le rapport du ministre des finances,

Décrète :

Art. 1er. A partir du 25 septembre courant, et pendant trois années consécutives, les droits de navigation perçus sur le canal Saint-Denis, le canal de Manicamp, le canal de Saint-Quentin, et aux écluses de Fresnes et d'Ywuy (Nord), seront réduits, savoir :

Canal Saint-Denis.

Par tonne de houille et par écluse, à. . . . . 05 c.

---

(1) 9e série, 2e partie, Bull 22, n° 394.
(2) 7e série, Bull. 189, n° 3371.
(3) 8e série, Bull. 362, n° 14.806.

Canal de Manicamp.

Par mètre cube de houille et par myriamètre, de quarante centimes à vingt centimes, soit, par tonne, à. . . . . 24.

Canal Saint-Quentin.

(Les droits seront perçus par myriamètre, d'après la charge réelle des bateaux et la distance parcourue ou à parcourir, conformément aux dispositions de la loi du 9 juillet 1836.)

1° Bateaux chargés, par tonne de charge réelle, à. 10
2° Bateaux vides, par tonne de capacité possible, à. 01
3° Trains et arbres flottés, par mètre cube d'assemblage, à. 10

(Tout bateau dont le chargement ne donnerait pas lieu à la perception d'une taxe au moins égale à celle qui serait due à vide sera imposé comme bateau vide.)

Ecluses de Fresnes et d'Ywuy.

Par tonne de marchandises et par écluse, à charge, à. 18
Idem, à vide, à. 09

Art. 2. Sont maintenues les autres dispositions des règlements et tarifs appliqués auxdits canaux et écluses.

Art. 3. Le décime pour franc cessera d'être perçu pendant lesdites trois années, sur les canaux de Manicamp, latéral à l'Oise et sur l'Oise canalisée.

Art. 4. Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent décret.

Décret du Président de la République, en date du 5 septembre 1849, qui autorise le sieur d'Huart de Nothamb *à transformer en une usine à fer le moulin de Senelle qu'il possède sur le ruisseau de* Maulaire, *dans les communes de* Longwy *et d'*Herserange (Moselle).

Usine à fer, communes de Longwy et d'Herserange.

(Extrait.)

Art. 2. La consistance de ladite usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

1° Deux hauts-fourneaux marchant, l'un au charbon de bois, l'autre au coke;

2° Un feu d'affinerie au charbon de bois;

3° Deux fours à puddler pour l'affinage de la fonte à la houille et un four à réverbère de chaufferie.

4° Un bocard pour le traitement des crasses et laitiers;

5° Et tous les appareils de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication du fer.

Art. 5. Les employés des douanes auront le droit de recensement dans l'usine, et pourront user de ce droit sans se faire assister par un officier municipal.

Usine à fer, à Givors.

Décret du Président de la République, en date du 5 *septembre* 1849, *qui autorise les sieurs* Laligant et Ce *à établir sur un terrain qui leur appartient, situé à l'extrémité de la gare et à la rencontre du chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne, commune de* Givors (Rhône), *une usine à fer qui comprendra :* 1° *deux hauts-fourneaux roulant au coke pour la fusion du fer;* 2° *une forge à la houille composée de douze fours à puddler et de six fours à réchauffer;* 3° *les machines soufflantes et les appareils de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication de la fonte, du fer et de la tôle;* 4° *trente fours à coke.*

Hauts-fourneaux, à Givors.

Décret du Président de la République, en date du 5 *septembre* 1849, *qui autorise les sieurs* Boutier frères et Ce, ou leurs ayants cause, *à établir au lieu dit* la Plaine des Graviers, *dans la commune de* Givors (Rhône), *deux hauts-fourneaux au coke pour la fusion du minerai de fer, avec les machines soufflantes et tous les accessoires au roulement de l'établissement.*

Haut-fourneau et moulin, à Allichamp.

Décret du Président de la République, en date du 5 *septembre* 1849, *qui autorise les sieurs* Prosper-Étienne Bourlon *et* Alexandre-Claude-Henry Bourlon, *à maintenir en activité le haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer et le moulin à blé qu'ils possèdent sur une dérivation de la* Blaise, *dans la commune d'*Allichamp (Haute-Marne).

Décret du Président de la République, en date du 5 septembre 1849, qui autorise le sieur GUYON *à maintenir en activité deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, qu'il possède sur le ruisseau du* LOUVATANGE, *commune de* PETIT-MERCEY (Jura).

Lavoirs à bras, à Petit-Mercey.

Arrêté du Ministre de la guerre, en date du 14 septembre 1849, portant que M. Charles GIRARD *est déchu de la concession des mines de fer des* KARÉSAS, *près de* BONE, *en* Algérie, *qui lui a été accordée par ordonnance du 9 novembre* 1845.

Mines de fer des Karésas.

Le ministre de la guerre,

Vu l'ordonnance royale du 9 novembre 1845, accordant à M. Girard (Charles) la concession des mines de fer des Karésas, situées près de Bone (province de Constantine), le plan et le cahier des charges y annexés;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines de l'Algérie, du 15 janvier 1848, faisant connaître que ces mines ne sont pas encore en exploitation et que le concessionnaire n'a ni exécuté les travaux de reconnaissance, ni produit le projet d'exploitation prescrits par les articles 2, 3 et 15 de son cahier des charges;

L'arrêté du directeur des affaires civiles de la province de Constantine du 12 avril 1848, fixant au concessionnaire un délai de six mois pour l'accomplissement de ces obligations, ledit arrêté notifié le 1er mai suivant;

L'arrêté ministériel du 10 novembre 1848, assignant aux concessionnaires des mines en Algérie un dernier délai de trois mois « pour commencer leur exploitation, » s'ils n'ont pas encore exploité, ou pour reprendre leurs » travaux d'une manière régulière, s'ils les ont restreints » ou suspendus; » ledit arrêté promulgué au Bulletin officiel des actes du gouvernement de l'Algérie, le 16 décembre suivant, inséré au Moniteur universel et au Moniteur algérien, notifié, en outre, à madame Girard par la dépêche ministérielle du 31 janvier 1849;

Le nouveau rapport des ingénieurs des mines des 1er et 23 avril 1849 et l'avis du préfet du département de Con-

stantine du 7 mai, concluant au retrait de la concession pour cause d'inexploitation ;

Vu l'article 14 de l'ordonnance précitée du 9 novembre 1845, ainsi conçu :

« Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril » 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue » sans cause reconnue légitime, le directeur de l'intérieur » et des travaux publics assignera au concessionnaire un » délai de rigueur qui ne pourra excéder trois mois. » Faute par le concessionnaire de justifier, dans ce délai, » de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens » de la continuer, il en sera rendu compte, conformément » audit article 49, au ministre de la guerre, qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession en exécution de l'article 10 de la loi du 27 avril 1838, et suivant les formes prescrites par l'article 6 de la même loi ; »

Vu les lois des 21 avril 1810 et 27 avril 1838;

Considérant qu'il résulte des rapports du service des mines qu'aucun travail d'exploitation n'a encore été exécuté aux mines des Karésas, si ce n'est l'enlèvement de certaines quantités de minerai à ciel ouvert ;

Qu'il est du devoir de l'administration de prendre les mesures nécessaires pour que ces mines puissent être mises en valeur, leur inexploitation étant contraire à l'intérêt public;

Considérant, en outre, que l'article 49 de la loi du 21 avril 1810 ne fait mention que des mines « dont l'exploitation serait restreinte ou suspendue de manière à inquiéter sur la sûreté publique ou sur le besoin des » consommateurs ; »

Que l'article 10 de la loi du 27 avril 1838 ne statue que « pour tous les cas prévus par l'article 49 de la loi de » 1810, » c'est-à-dire l'exploitation restreinte ou l'exploitation suspendue, et qu'il n'y est nullement question des mines restées non exploitées après la concession ;

Que l'article 14 de l'ordonnance du 9 novembre 1845, ci-dessus relaté, en statuant que le ministre de la guerre « prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession en » exécution de l'article 10 de la loi du 27 avril 1838, et » suivant les formes prescrites par l'article 6 de la même » loi, » n'a pas ajouté, comme il est dit dans cet article 6, qu'après le délai de recours, ou en cas de recours, après l'ordonnance confirmative de la décision du ministre, « il

» sera procédé publiquement, par voie administrative, » à l'adjudication de la mine abandonnée; »

Que cette dernière disposition, selon l'esprit et selon le texte de la loi dont il s'agit, n'est en effet applicable qu'aux mines exploitées où il y a création de valeurs et intérêts des tiers à ménager, ainsi que le montre la suite de l'article 6 précité, et, par conséquent, la mise en adjudication publique ne saurait être employée à l'égard de mines pour lesquelles il n'y a pas eu exploitation;

Qu'il résulte, d'ailleurs, d'un avis du conseil d'Etat du 27 juin 1849, que « l'ordonnance du 1er septembre 1847, » qui exige que le conseil d'Etat soit entendu lorsqu'il » s'agit de concessions de mines, n'a pas eu pour effet de » rendre la législation des mines qui régit la France ap» plicable à l'Algérie; »

Considérant enfin qu'il y a lieu, en exécution de l'article 14 de l'ordonnance du 9 novembre 1845, de faire le *retrait* de la concession *des Karésas*, sauf recours au conseil d'Etat par la voie contentieuse, ainsi qu'il est dit au § 1er de l'article 6 de la loi du 27 avril 1838;

Arrête :

Art. 1er. M. Girard (Charles), concessionnaire, aux termes d'une ordonnance en date du 9 novembre 1845, des mines de fer des Karésas, près de Bone, province de Constantine, en Algérie, est déchu de ladite concession;

Art. 2. Après l'expiration du delai de recours au conseil d'Etat énoncé au § 1er de l'article 6 de la loi du 27 avril 1838, ou, en cas de recours, après la notification du décret confirmatif de l'arrêté du ministre, lesdites mines pourront être concédées de nouveau par un décret du gouvernement à une autre personne offrant les garanties exigées par la loi du 21 avril 1810.

Art. 3. En cas de réclamations pécuniaires à former, soit par le concessionnaire déchu, soit par des tiers pour travaux réels dont la mine ait profité, il serait fait application de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810 relatif au droit d'inventeur, ou de l'article 46 de la même loi, relatif aux indemnités à payer par les propriétaires de mines, en raison des recherches ou travaux antérieurs à l'acte de concession et les indemnités réglées conformément aux prescriptions dudit article 46 seraient mises à la charge du concessionnaire futur.

Art. 4. Le gouverneur général de l'Algérie est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Mines de fer de Bouhamra.

Arrêté du Ministre de la guerre, en du 14 *septembre* 1849, *portant que M.* Louis-Didier PÉRON *est déchu de la concession des mines de fer de* BOUHAMRA, *près de* BONE *en* Algérie, *qui lui a été accordée par ordonnance du* 9 *novembre* 1845.

Le ministre de la guerre,

Vu l'ordonnance du 9 novembre 1845, accordant à M. Péron (Louis-Didier) la concession des mines de fer de Bouhamra, situées près de Bone, province de Constantine, le plan et le cahier des charges y annexés;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines de l'Algérie, etc. (*La suite comme au préambule de l'arrêté ci-dessus, relatif à la concession des* KARÉSAS.)

Arrête :

Art. 1er. M. Péron (Louis-Didier), concessionnaire, aux termes d'une ordonnance en date du 9 novembre 1845, des mines de fer de Bouhamra, près de Bone, province de Constantine, en Algérie, est déchu de ladite concession.

Art. 2.
Art. 3.
Art. 4.
} (*Comme les articles correspondants de l'arrêté relatif à la concession des* KARÉSAS.)

Mines de fer d'Aïn-Morkha.

Arrêté du Ministre de la guerre, en date du 14 *septembre* 1849, *portant que M.* Jules TALABOT *est déchu de la concession des mines de fer d'*AÏN-MORKHA, *situées près de* BONE, *en* Algérie, *qui lui a été accordée par ordonnance du* 9 *novembre* 1845.

Le ministre de la guerre,

Vu l'ordonnance royale du 9 novembre 1845, accordant à M. Talabot (Jules) la concession de mines de fer d'Aïn-Morkha, situées près de Bône, province de Constantine, le plan et le cahier des charges y annexés;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, etc. (*La*

suite comme au préambule de l'arrêté ci-dessus relatif à la concession des Karésas);

Arrête :

Art. 1er. M. Talabot (Jules), concessionnaire, aux termes d'une ordonnance, en date du 9 novembre 1845, des mines de fer d'Aïn-Morkha, près de Bone, province de Constantine, en Algérie, est déchu de ladite concession.

Art. 2.
Art. 3.
Art. 4.
} (*Comme les articles correspondants de l'arrêté relatif à la concession des* Kérasas.)

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, qui autorise le sieurs Camus *à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, aux lieu et place du moulin de* Rocaran, *situé sur le ruisseau du même nom, commune de* Bohal (Morbihan), *lequel moulin sera transféré en amont du point où il existe actuellement.* Haut-fourneau, à Bohal.

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, qui autorise les sieurs François Bauret dit le Facteur, *et* François Bauret dit Laval, *à établir deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, sur un terrain dont ils sont propriétaires en partie, et locataires des héritiers de la veuve* Gaspard, *pour l'autre partie, au lieu dit* le Parterre, *dans la commune d'*Audun-le-Tiche (Moselle). Lavoirs à bras, à Audun-le-Tiche.

(Extrait.)

Art. 2. Ces lavoirs remplaceront ceux qui existent actuellement sur les bords du canal du moulin d'Audun-le-Tiche.

Art. 12. La présente permission cessera d'avoir son effet à l'expiration du bail consenti aux permissionnaires par les héritiers de la veuve Gaspard, ou à l'expiration du renouvellement de ce bail.

Lavoirs à bras, à Audun-le-Tiche.

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, qui autorise les sieurs Labbé *et* Legendre, *propriétaires des forges de* Gorcy. *à établir deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer dans une prairie qui leur a été louée à cet effet par le sieur* J.-P. Pierre, *au lieu dit* le Mandelot, *commune d'*Audun-le-Tiche (Moselle).

(Extrait.)

Art. 11. La présente permission cessera d'avoir son effet à l'expiration du bail passé entre les sieurs Labbé et Legendre, et le sieur J.-P. Pierre, propriétaire des terrains où seront établis les lavoirs dont il s'agit, ou à l'expiration du renouvellement de ce bail, à moins que les permissionnaires n'aient été autorisés à continuer d'occuper ledit terrain en vertu de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810.

Lavoirs à bras, à Audun-le-Tiche.

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, qui autorise la dame veuve Wendel *à établir deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer dans un terrain qu'elle possède au lieu dit* la Butier, *près la source de la fontaine des* Mineurs, *commune d'*Audun-le-Tiche (Moselle).

Lavoirs à bras, à Signy-le-Petit.

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, qui autorise le sieur Barrachin *à maintenir en activité deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, situés au lieu dit* le Vieux-Fourneau, *commune de* Signy-le-Petit (Ardennes).

Lavoir à bras, à Audun-le-Tiche.

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, qui autorise le sieur Laval *à maintenir en activité un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer, situé sur un terrain qu'il*

possède au lieu dit Mairienne, *commune d'*Audun-le-Tiche (Moselle).

Décret du Président de la République, en date du 6 octobre 1849, *portant que les sieurs* Muel-Wahl et Ce, *propriétaires de l'atelier de lavage de minerai de fer, composé d'un bocard et de cinq cuves de patouillet, établi en vertu de l'ordonnance du* 30 *juillet* 1838 *sur le ruisseau du* val d'Ormanson, *au lieu dit* Laneuville, *commune de* Saint-Joire (Meuse), *sont dispensés de l'obligation imposée par l'art.* 9 *de ladite ordonnance, de suspendre chaque année l'opération du lavage, depuis le* 15 *avril jusqu'après la récolte des regains; qu'en conséquence cet atelier pourra être mis en activité à toute époque de l'année.* Atelier de lavage, à St-Joire.

Décret du Président de la République, en date du 15 *octobre* 1849, *concernant la petite pêche maritime* (1). Sels pour la petite pêche maritime.

Au nom du Peuple français,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce,

Vu l'art. 12 de la loi du 17 juin 1840, portant que « des règlements d'administration publique détermineront les conditions auxquelles pourront être autorisés l'enlèvement, le transport et l'emploi, en franchise ou avec modération de droits, du sel de toute origine, des eaux salées ou des matières salifères à destination des exploitations agricoles ou manufacturières, et de la salaison, soit en mer, soit à terre, des poissons de toute sorte; »

Vu l'article 48 du décret du 11 juin 1806;

Vu les articles 16, 23 et 24 de l'ordonnance du 14 août 1816;

Le conseil d'État entendu,

---

(1) Voir, ci-après, p. 605, la circulaire du 24 octobre 1849.

Décrète :

Art. 1er. Les dispositions de l'article 48 du décret du 11 juin 1806, qui limitent à 158 kilogrammes par tonneau de jauge la quantité de sel que peuvent embarquer les patrons des bateaux armés pour la pêche des sardines, harengs, maquereaux et autres poissons dont la salaison a lieu en mer, et qui exigent, au retour, la justification de l'emploi dudit sel, ne seront désormais appliquées qu'à ceux de ces bateaux qui effectueront leur pêche sur les côtes de France.

Les armateurs et les patrons des bateaux de pêche expédiés à destination de tous autres parages auront la faculté d'embarquer telle quantité de sel qu'ils jugeront nécessaire, et qui sera, dans ce cas, accompagnée d'un simple passavant de douane.

Art. 2. Les contraventions aux articles 16, 23 et 24 de l'ordonnance du 14 août 1816, qui déterminent le mode de conditionnement et le poids des barils ou fractions de barils de harengs salés préparés, soit à bord des bâtiments de pêche, soit dans les ateliers à terre, ainsi que la quantité de saumure qu'il est permis de laisser dans ces récipients, pourront, à l'avenir, être constatées par les agents du service des douanes, avec ou sans le concours des syndics de pêche, et déférées par eux, lorsqu'il y aura lieu, aux tribunaux compétents.

Art. 3. Les dispositions du décret du 11 juin 1806 et de l'ordonnance du 14 août 1816, auxquelles il n'est pas dérogé par le présent décret, continueront à avoir leur plein et entier effet.

Art. 4. Les ministres de l'agriculture et du commerce et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Usine à fer de Luchapt.

Décret du Président de la République, en date du 29 *octobre* 1849, *qui autorise le sieur* Joseph Dunoyer, 1° *à maintenir en activité l'usine à fer de* Luchapt, *située sur la rivière de* Blourds, *dans la commune de* Luchapt (Vienne); 2° *à ajouter un nouveau feu d'affinerie à ladite usine, laquelle, au moyen de cette addition, comprendra : un*

lavoir à mines, un haut-fourneau au charbon de bois, trois feux d'affinerie également au charbon de bois, enfin les machines soufflantes et les appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer.

Décret du Président de la République, en date du 29 octobre 1849, qui autorise la société dite des hauts-fourneaux de Valence et de Soyons *à maintenir en activité une usine à fer composée d'un haut-fourneau au coke et de deux fours de grillage, qu'elle a établis dans la commune de* Soyons (Ardèche). Usine à fer, à Soyons.

Décret du Président de la République, en date du 29 octobre 1849, qui autorise la dame veuve de Wendel, *propriétaire de l'usine à fer du* Moulin-Neuf, *située sur la rivière de l'*Orne, *commune de* Vitry (Moselle), *à maintenir en activité les nouveaux foyers et appareils construits dans cette usine postérieurement à l'ordonnance de permission de ladite usine, du 15 novembre 1820.* Usine à fer du Moulin Neuf.

La consistance de cet établissement est et demeurera fixée ainsi qu'il suit :

Trois foyers d'affinerie au charbon de bois, avec les machines soufflantes et les marteaux et cylindres nécessaires pour la compression et l'étirage du fer ;

Deux fours à réverbère de chaufferie, deux fours dormants et deux fours à recuire, avec les trains de laminoirs et autres mécanismes nécessaires pour la fabrication de la tôle et l'étirage du petit fer.

Décret du Président de la République, en date du 16 novembre 1849, qui accorde aux sieurs Jean-Louis Jourjon, Jean-Baptiste Clair *et* Florentin Mines de houille de Chadernac.

FREYDIER, *la concession de mines de houille situées dans la commune de* LANGEAC et environs, *arrondissement de* BRIOUDE (Haute-Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession de Chadernac, est limitée, conformément au plan annexé au décret relatif à la concession de la Chalède, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Nord-Est, par une ligne droite, limite Sud-Sud-Ouest de la concession de la Chalède, tirée de l'angle Est de la maison de Lair, point R, à l'angle Sud du bâtiment d'habitation du domaine de Lafont, point *Z*;

A l'Est-Nord-Est, par une seconde droite, allant du point précédent à la maison le plus au Sud-Est du village de Fromenty, point X;

Au Sud, par une troisième droite (limite Nord de la concession de Marsanges) menée du point précédent au bâtiment des carrières de Jahon et prolongée, à 800 mètres au delà, jusqu'au point K;

A *l'Ouest-Sud-Ouest*, par une quatrième et dernière droite joignant le point ainsi déterminé, et l'angle *Est* de la maison Lair, pris pour point de départ.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, quatre-vingts hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de dix centimes par hectare pour tous les terrains compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de houille de CHADERNAC.

(Extrait.)

Art. 2. Les concessionnaires achèveront le creusement de la galerie horizontale entamée sur le flanc de la mon-

tagne, de manière à recouper les couches dans la profondeur. Ils mettront cette galerie en communication avec le puits actuel.

Ils exécuteront, en outre, conformément à ce qui leur sera prescrit par le préfet, et sous la surveillance spéciale des ingénieurs des mines, les travaux qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploitation des terrains compris dans la concession.

Décret du Président de la République, en date du 16 novembre 1849, qui accorde au sieur François-Victor-Honoré SOUTEYRAN-LAROULLE *et à la dame* Marie-Hélène GENESTET, *son épouse, au sieur* Vincent-Hippolyte GOUY *et à la dame* Eugénie-Eudoxie GENESTET, *son épouse, la concession de mines de houille située dans la commune de* LANGEAC, *arrondissement de* BRIOUDE (Haute-Loire).

Mines de houille de la Chalède.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession de la Chalède, est limitée, conformément au plant annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une ligne droite AO, menée du point A de la rive gauche de l'Allier, faisant limite entre les communes de Langeac et de Rilhac, à l'angle le plus au Nord des bâtiments de la tuilerie de la Madeleine, point O;

A l'Est et *au Nord Est*, par une seconde droite allant du point précédent à l'angle Sud du bâtiment du domaine de Lafont, point Z;

Au Sud et *au Sud-Est*, par une troisième droite tirée du point précédent à l'angle Est de la maison de Lair, point R;

Au Sud-Ouest, par une quatrième droite joignant le point précédent à l'angle Ouest, du Communal de Langeac, dit de Bachat, point B;

Au Nord-Ouest, enfin, par une cinquième et dernière droite, menée de ce dernier point à celui pris pour point de départ sur la rive gauche de l'Allier;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés, trente-quatre hectares.

Art. 4. (*Comme à l'article* 4 *rapporté ci-dessus du décret relatif à la concession de* Chadernac.)

Cahier des charges de la concession des mines de houille de la Chalède.

(Extrait.)

Art. 2. Les concessionnaires ouvriront le plus tôt possible une communication entre le puits actuel et les travaux de l'ancienne galerie inclinée débouchant au jour, de manière à assurer l'aérage des travaux et la sûreté des ouvriers.

Ils exécuteront, en outre, conformément à ce qui leur sera prescrit par le préfet et sous la surveillance spéciale des ingénieurs des mines, les travaux qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploration des terrains compris dans la concession.

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous le village de Langeac, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Mines de fer du Bagna.

Décret du Président de la République, en date du 16 *novembre* 1849, *qui accorde à la* Cie des mines de houille de Collobrières, *constituée par acte public du* 6 *novembre* 1846, *la concession de mines de fer situées dans la commune de* Collobrières, *arrondissement de* Toulon (Var).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de con-

cession de Bagna, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Est, à partir de la borne tribanale des communes d'Hyères, de Collobrières et de Bormes, point S du plan, par une ligne droite allant à la rencontre des chemins de Collobrières à Grimaud, et de Collobrières à la Garde-Freinet, point R du plan ;

Au Nord, à partir dudit point R, par une ligne droite s'alignant sur le pont de Collobrières jusqu'au point U, où elle est rencontrée par une autre droite joignant la bastide du vallon des Coignets ;

A l'Ouest, par une portion de ladite droite prolongée, portion comprise entre le point U précité et le point T, où elle est croisée par une autre droite allant de la Bastide-des-Grès au point de départ S ;

Au Sud, par la partie de ladite droite comprise entre le point T ci-dessus défini et le point de départ S.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés, vingt-six hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés : 1° à une rente annuelle de cinq centimes par hectare de terrain compris dans la concession ; 2° à une rétribution de vingt-cinq centimes par mètre cube de minerais extraits et prêts à être fondus; ladite rétribution payable seulement aux propriétaires des terrains sous lesquels les exploitations auront lieu.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges des mines de fer de BAGNA.

(Extrait.)

Art. 2. Le concessionnaire exécutera immédiatement les travaux nécessaires au complément de la reconnaissance des gîtes concédés et à la préparation de l'exploitation. Ces travaux, qui consisteront principalement en tranchées sur le prolongement présumé des gîtes, au delà des affleurements connus, en galeries sur la direction et sur la pente de ces gîtes, enfin en galeries à tra-

vers bancs, propres à servir à l'écoulement des eaux et au roulage, seront prescrits par le préfet sur la proposition des ingénieurs des mines, qui en surveilleront l'exécution.

Art. 9. Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune ouverture de travaux dans les bois domaniaux ou communaux avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues. Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet sur les propositions des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Art. 10. Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou ses bestiaux dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

Art. 11. Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu.

Art. 34. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines qu'après avoir obtenu une permission, à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines métalliques, mines de houille et autres, de Sainte-Marie-aux-Mines.

Décret du Président de la République, en date du 16 novembre 1849, relatif à la délimitation de la concession des mines métalliques, mines de houille et autres, de SAINTE-MARIE-AUX-MINES (Haut-Rhin).

(Extrait.)

Art. 1er. La concession des mines métalliques, mines

de houille et autres, accordée par arrêté de l'administration départementale du Haut-Rhin, en date du 25 nivôse an III, lequel a été confirmé par un arrêté du Directoire exécutif, du 7 prairial an IV, est délimitée, ainsi qu'il suit, sous le nom de *concession des mines de Sainte-Marie-aux-Mines*, conformément au plan annexé au présent décret :

A l'Est, *au Nord* et *à l'Ouest*, par les limites du territoire de la commune de Sainte-Marie-aux-Mines.

Au Sud, 1° par la limite du même territoire, depuis le point X situé à l'angle Sud-Ouest du périmètre, sur la limite des communes de Lacroix et de Bonhomme, jusqu'au point N, situé sur la limite des communes de Freland et d'Aubure; 2° depuis ledit point N, par la ligne brisée qui est marquée par un liséré vert, et qui vient se terminer en M sur la limite des communes de Ribeauwiller et de Sainte Croix;

Lesdites limites (qui sont celles que la commune de Sainte-Marie-aux-Mines avait en l'an IV), renfermant une étendue superficielle de quarante-trois kilomètres carrés, trente-trois hectares.

Art. 3. Ils (*les concessionnaires*) seront tenus, en outre, conformément à l'article 53 de la même loi, d'exécuter les conventions qui seraient intervenues entre eux et les propriétaires du sol.

Cahier des charges de la concession des mines de SAINTE-MARIE-AUX-MINES.

(Extrait.)

Art. 2. Dans un délai d'une année, à dater de la notification du présent décret, les concessionnaires adresseront au préfet un projet de travaux d'exploration et de reconnaissance des gîtes existants dans la commune.

Ce projet, soumis par le préfet, avec les rapports des ingénieurs, à l'approbation du ministre des travaux publics, qui y apportera, s'il y a lieu, les modifications convenables, et fixera le délai dans lequel lesdits travaux devront être exécutés.

Art. 3. Pendant la durée des travaux, les concessionnaires adresseront au préfet, tous les six mois, des plans à l'échelle d'un millimètre par mètre, divisés en carreaux de dix en dix millimètres, et sur lesquels seront écrites

les cotes de hauteur ou de dépression des points principaux, par rapport à un plan horizontal fixe. Ces plans seront accompagnés d'un mémoire détaillé indiquant tous les faits de quelque importance qui auront été découverts, relativement à l'existence d'anciens travaux, à la manière d'être des gîtes, à leur richesse, à la solidité des roches encaissantes, etc., et autres circonstances qui pourraient être de nature à faire modifier le plan primitivement adopté ou à fournir des lumières sur le système d'exploitation à suivre ultérieurement.

Le projet des travaux d'exploitation ne pourra être modifié qu'avec l'approbation du ministre.

Art. 4. Immédiatement après l'achèvement desdits travaux, ou plus tôt, s'il y a lieu, les concessionnaires adresseront au préfet du département un projet définitif d'exploitation des gîtes explorés.

Ce projet, après que les ingénieurs des mines auront été entendus, sera également soumis à l'approbation du ministre des travaux publics.

Art. 7. Les concessionnaires ne pourront pratiquer aucune ouverture de travaux dans les forêts communales avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration forestière, afin qu'on puisse constater au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près que possible de l'entrée des mines dans les endroits les moins dommageables au sol. Ces points seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, les concessionnaires et les ingénieurs des mines ayant été entendus.

Les concessionnaires seront civilement responsables des dégâts qui seraient commis dans la forêt par leurs ouvriers ou par leurs bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

Lorsque les concessionnaires abandonneront une ouverture de mines, ils pourront être tenus de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur un rapport des agents forestiers et de l'ingénieur des mines, les concessionnaires ayant été entendus.

Art. 25. Les concessionnaires ne pourront établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de leurs mines qu'après avoir obtenu une permission dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Décret du Président de la République, en date du 16 novembre 1849, qui autorise la dame veuve Trotyanne *à remettre en activité, pour un temps illimité, le haut-fourneau et le bocard à laitiers du* Dorlan, *qui existent sur le ruisseau de ce nom, dans la commune de* Longuyon (Moselle). Haut-fourneau et bocard à laitiers, du Dorlon.

(Extrait.)

Art. 8. Le permissionnaire se soumettra aux visites et recensements que les employés des douanes jugeront à propos de faire dans son établissement, sans que ceux-ci soient tenus de se faire assister par un officier municipal.

Décret du Président de la République, en date du 16 novembre 1849, qui autorise le sieur Mandat de Grancey *à maintenir en activité l'usine à fer qu'il possède sur la rivière* la Venelle, *dans la commune de* Vernois-les-Vesvres (Côte-d'Or). Usine à fer de Vernois-les-Vesvres.

Cette usine se compose :

1° D'un haut-fourneau roulant au charbon de bois, pour la fusion du minerai;

2° D'un feu d'affinerie au charbon de bois;

3° De deux machines soufflantes et d'un marteau.

Décret du Président de la République, en date du 17 novembre 1849, relatif aux droits de navigation établis sur le canal latéral à la Loire, *de* Digoin *à* Briare, *et sur le canal de* Berry. Droits de navigation sur le canal latéral à la Loire, de Digoin à Briare, et sur le canal de Berry.

Le Président de la République,

Vu la loi du 14 août 1822, relative à la construction et à l'achèvement de plusieurs canaux;

Vu l'article 11 du cahier des charges annexé à ladite loi;

Vu notre arrêté du 25 juin 1849 (1);

Vu la lettre en date du 6 novembre 1849, par laquelle la compagnie des Quatre-Canaux consent aux modifications et prorogation des tarifs ci après;

Sur le rapport du ministre des finances,

Décrète:

Art. 1er. Le tarif actuel des droits de navigation sur le canal latéral à la Loire, de Digoin à Briare, est maintenu jusqu'au 1er juillet 1850.

Art. 2. A partir du 1er décembre prochain, et jusqu'à ladite époque du 1er juillet 1850, le même tarif sera appliqué au canal du Berry.

Art. 3. Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent decret, qui sera inséré au Bulletin des lois.

Loi du 29 *novembre* 1849, *qui modifie les art.* 414, 41 *et* 416 *du Code pénal.*

L'Assemblée nationale législative a adopté la loi dont la teneur suit:

---

(1) *Arrêté du Président de la République, en date du 25 juin 1849, qui maintient jusqu'au 1er janvier 1850 le tarif actuel des droits de navigation établis sur le canal latéral à la* LOIRE *de Digoin à Briare.*

Le Président de la République,

Vu la loi du 14 août 1822, relative à la construction et à l'achèvement de plusieurs canaux;

Vu le cahier des charges annexé à ladite loi;

Vu l'arrêté du Président du conseil, chargé du pouvoir exécutif, en date du 4 août 1848;

La Compagnie des quatre canaux ayant été entendue;

Sur le rapport du ministre des finances,

Arrête:

Art. 1er. Le tarif actuel des droits de navigation sur le canal latéral, de Digoin à Briare, est maintenu jusqu'au 1er janvier 1850.

Art. 2. Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera inséré au Bulletin des lois.

Les articles 414, 415 et 416 du Code pénal sont modifiés comme il suit :

Art. 414. Sera puni d'un emprisonnement de six jours à trois mois et d'une amende de 16 fr. à 3,000 fr. :

1° Toute coalition entre ceux qui font travailler des ouvriers, tendant à forcer l'abaissement des salaires, s'il y a eu tentative, ou commencement d'exécution;

2° Toute coalition de la part des ouvriers pour faire cesser en même temps de travailler, interdire le travail dans un atelier, empêcher de s'y rendre avant ou après certaines heures, et en général pour suspendre, empêcher, enchérir les travaux, s'il y a eu tentative ou commencement d'exécution.

Dans les cas prévus par les deux paragraphes précédents, les chefs ou moteurs seront punis d'un emprisonnement de deux ans à cinq ans.

Art. 415. Seront punis des peines portées dans l'article précédent, et d'après les mêmes distinctions, les directeurs d'atelier ou entrepreneurs d'ouvrage, et les ouvriers qui, de concert, auront prononcé des amendes autres que celles qui ont pour objet la discipline intérieure de l'atelier, des défenses, des interdictions ou toutes proscriptions sous le titre de *damnations*, ou sous quelque qualification que ce puisse être, soit de la part des directeurs d'atelier contre les ouvriers, soit de la part de ceux-ci contre les directeurs d'atelier ou entrepreneurs, soit les uns contre les autres.

Art. 416. Dans les cas prévus par les deux articles précédents, les chefs ou moteurs pourront, après l'expiration de leur peine, être mis sous la surveillance de la haute police pendant deux ans au moins, et cinq ans au plus.

Décret du Président de la République, en date du 26 novembre 1849, qui autorise la Compagnie *des mines, hauts-fourneaux et forges d'*Aubin (Aveyron), *à établir au lieu dit* Girard, *dans la commune de* Duravel (Lot), *une usine à fer mise en mouvement par des appareils à vapeur, et composée de six hauts-fourneaux marchant au coke, et de deux mazeries.*

Usine à fer, à Duravel.

Bocard, patouillet et moulin, à Saint-Dizier.

Décret du Président de la République, en date du 26 novembre 1849, qui autorise les sieurs Rozet *et* de Menisson, *à maintenir en activité le bocard à neuf pilons, le patouillet et le moulin à farine existants dans leur usine à fer du* Clos-Mortier, *située sur la* Marne, *dans la commune de* Saint-Dizier (Haute-Marne).

La consistance totale de ladite usine est et demeure, en conséquence, déterminée ainsi qu'il suit :
Deux hauts-fourneaux ;
Deux feux d'affinerie ;
Une fenderie ;
Un bocard à neuf pilons ;
Un patouillet à deux huches ;
Un moulin à farine contenant deux paires de meules.

Usines à fer de Froidvert.

Décret du Président de la République, en date du 26 novembre 1849, qui autorise le sieur Bordet-Giey *à maintenir en activité les usines à fer de* Froidvert, *qu'il possède sur la rivière d'*Ource, *dans la commune de* Lenglay (Côte-d'Or).

Ces usines sont et demeurent composées :
1° D'un haut-fourneau ;
2° De deux feux d'affinerie ;
3° Des machines soufflantes, de compression et d'étirage, nécessaires à la fabrication du fer.

Usine à cuivre, à la Bastide.

Décret du Président de la République, en date du 26 novembre 1849, qui autorise le sieur Bresson *à maintenir en activité, dans la commune de* la Bastide (Gironde), *une usine à cuivre consistant en deux fours à réverbère pour le traitement à la houille des minerais de cuivre non sulfureux et des cuivres bruts.*

(Extrait.)

Art. 1er. Le bénéfice de la présente permission n'aura

son effet que pour le temps pendant lequel le sieur Bresson aura droit à la jouissance des travaux sur lesquels est situé l'établissement dont il s'agit.

Décret du Président de la République, en date du 4 décembre 1849, qui accorde à Mme Euphrasie CHAUSSON, *veuve de M.* Émile LEBLOND, *à mademoiselle* Laure-Caroline LEBLOND *et à M.* Paul-Henri LEBLOND, *ses deux enfants mineurs, sous sa tutelle légale, la concession de mines de zinc, plomb et autres métaux, situées dans la commune de* SAINT-BARTHÉLEMY-DE-SÉCHILIENNE, *arrondissement de* GRENOBLE (Isère).

Mines de zinc, plomb et autres métaux du Sappey.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession du Sappey*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par la rive gauche de la Romanche, depuis son intersection F avec la ligne séparative des communes de Saint-Pierre-de-Mésage et de Saint-Barthélemy, jusqu'à son confluent avec le ruisseau du grand Rif au point K ;

A l'Est et *au Sud*, par le ruisseau du grand Rif, depuis son embouchure dans la Romanche jusqu'au point H, où il est traversé par le chemin de Montfalcon à Saint-Barthélemy ; de là par une ligne droite joignant le point G, dit Pierre-de-Sio ;

Au Sud-Ouest et *à l'Ouest*, par la ligne formant la limite du territoire de Saint-Barthélemy, depuis le point G, ci-dessus défini, jusqu'au point F, intersection de ladite limite avec la rive gauche de la Romanche, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quatre kilomètres carrés, quatre-vingt-douze hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rétribution annuelle de cinq centimes par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipu-

lations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de zinc, plomb et autres métaux du SAPPEY.

(Extrait.)

Art. 2. Pour préparer l'exploitation des gîtes qui sont connus dans la concession et qui ont déjà été l'objet de travaux d'exploration, les concessionnaires ouvriront, au-dessous des affleurements, des galeries qui seront dirigées perpendiculairement à la direction des filons, et qui, après les avoir atteints, serviront à la fois à l'extraction du minerai et à l'écoulement. Ces galeries seront boisées selon les règles de l'art partout où il en sera besoin, et menées avec la pente uniquement nécessaire pour l'écoulement de l'eau. Leur emplacement, ainsi que leurs dimensions en largeur et hauteur seront fixés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus.

Art. 27. Les concessionnaires ne pourront établir des usines pour la préparation minéralurgique des produits de leurs mines qu'après avoir obtenu une permission à cet effet dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines de zinc, plomb et autres métaux de Pierre-Rousse.

Décret du Président de la République, en date du 4 décembre 1849, *qui accorde à Mme* Euphrasie CHAUSSON, *veuve de* M. Émile LEBLOND, *à mademoiselle* Laure-Caroline LEBLOND *et à M.* Paul-Henri LEBLOND, *ses deux enfants mineurs sous sa tutelle légale, la concession de mines de zinc, de plomb et autres métaux, située dans la commune de* VIZILLE, *arrondissement de* GRENOBLE (Isère).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Pierre-Rousse*, est limitée, conformément au plan

annexé au décret relatif à la concession du Sappey, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par le ruisseau de Combe-Charbonnière, depuis son intersection D avec le chemin de Montjean à Vaulnaveys jusqu'au point T dit Combe-Noire;

A l'Est, par la ligne TSRQPONM, qui sépare la commune de Vizille de la commune de Séchilienne, laquelle ligne passe par les lieux appelés Combe-Noire, roc Fouillassière, roc Cristallin, roc Feytoulat, Font-Rouveire, roc de la Lune, Font-Claire et la Croix-du-Montet;

Au Sud-Ouest, par une ligne droite menée de la Croix-du-Montet, point M, à l'angle du parc, point E;

A l'Ouest, par une ligne allant du point E, ci-dessus désigné, à l'intersection D du ruisseau de Combe-Charbonnière avec le chemin de Montjean à Vaulnaveys, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, quatre-vingt-dix-huit hectares.

Art. 4. (*Comme l'article 4 du décret ci-dessus relatif à la concession du Sappey.*)

Cahier des charges de la concession des mines de zinc, plomb et autres métaux de Pierre-Rousse.

(Extrait.)

Art. 2. } (*Comme les articles correspondants du cahier*
Art. 27. } *des charges de la concession du Sappey.*)

Décret du Président de la République, en date du 12 *décembre* 1849, *qui autorise le sieur* Lavergne *à établir une usine à fer au barrage de* Caly, *commune du* Pizou (Dordogne), *sur une dérivation de la rivière de* l'Isle. **Usine à fer, à Pizou.**

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

1° Cinq fours à puddler;

2° Six fours à chauffer, dont deux servant pour la fabrication de la tôle;

3° Et tous les appareils de compression nécessaires au roulement de l'établissement.

Haut-fourneau, à Châtillon.

Décret du Président de la République, en date du 12 décembre 1849, qui autorise le sieur Joseph Maitre *à maintenir en activité un haut-fourneau au charbon de bois, pour la fusion du minerai de fer, établi sur la rive droite de la* Seine, *en remplacement de la papeterie de* Danzé, *commune de* Chatillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

Patouillet et moulin, à Veuxaulles.

Décret du Président de la République, en date du 12 décembre 1849, qui autorise le sieur Edouard Maitre *à maintenir en activité le moulin à deux tournants qu'il possède sur la rivière d'*Aube, *dans la commune de* Veuxaulles (Côte-d'Or), *et à mettre en activité le patouillet à deux huches pour la préparation du minerai de fer, construit à côté de ce moulin.*

Platinerie de Russange.

Décret du Président de la République, en date du 12 décembre 1849, qui autorise les ayants droit de feu la dame veuve de la Vieuville, *propriétaire de la platinerie de* Russange, *commune d'*Audun-le-Tiche (Moselle), *à maintenir en activité le foyer d'affinerie au charbon de bois existant dans cette usine, en y ajoutant les appareils nécessaires à la compression et à l'étirage du fer.*

La consistance de l'usine de Russange est et demeure, en conséquence, fixée ainsi qu'il suit :

Un foyer d'affinerie au charbon de bois;

Deux feux de chaufferie ;

Un four à réverbère de chaufferie à la houille;

Et les artifices et appareils nécessaires pour la compression et l'étirage du fer en barres de divers échantillons ou pour le laminage de la tôle.

Patouillet, à Foucherans (Jura).

Décret du Président de la République, en date du 19 décembre 1849, qui autorise le sieur du Tinseau

à maintenir en activité, pour la préparation du minerai de fer, le patouillet qu'il possède sur le ruisseau de la Blaine, *dans la commune de* Foucherans (Jura).

(Extrait.)

Art. 5. Le lavage du minerai devra être interrompu chaque année, depuis le 1er mai jusqu'au 1er octobre.

Décret du Président de la République, en date du 19 décembre 1849, *qui autorise la veuve et les héritiers* Fabry, *ou leurs ayants cause, à maintenir en activité les usines à fer qu'ils possèdent sur le ruisseau de* Brevon, *dans la commune de* Rochefort (Côte-d'Or). Usine à fer, Rochefort.

Lesdites usines sont et demeurent composées des feux ci-après désignés, indépendamment des machines soufflantes, de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication du fer, savoir :

La forge dite *du haut*, d'un feu d'affinerie au charbon de bois;

La forge dite *du bas*, située à 400 mètres en aval de la précédente, aussi d'un feu d'affinerie au charbon de bois;

L'usine dite *la Fenderie*, d'un four de chaufferie marchant de même avec le combustible végétal.

Décret du Président de la République, en date du 19 décembre 1849, *qui autorise le sieur et la dame* Barret-Boisbertrand *à maintenir en activité l'usine à fer et à acier de* Peyrassoulas *qu'ils possèdent sur la* Tardoire, *dans la commune de* Chéronnac (Haute-Vienne). Usine à fer et à acier de Peyrassoulas.

Cette usine est et demeure composée :

De deux feux d'affinerie chauffés au charbon de bois.

Bassin d'épuration pour les patouillets de l'usine de Bezouotte.

Décret du Président de la République, en date du 19 décembre 1849, qui autorise le sieur Menans *à établir, sur la rive gauche de l'usine de* Bezouotte (Côte-d'Or), *un bassin d'épuration destiné à desservir deux patouillets de ladite usine, en remplacement de ceux que prescrivait l'ordonnance du 16 janvier 1844, qui a permissionné ces patouillets.*

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

Adressées à MM. les Préfets, à MM. les Ingénieurs des mines, etc.

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1849.

M. le Préfet d

Paris, le 23 juillet 1849.

Secours à accorder aux ouvriers des travaux publics en cas d'accidents. — Exécution de l'article 9 de l'arrêté du 15 décembre 1848.

Monsieur le Préfet, l'article 9 de l'arrêté ministériel du 15 décembre 1848, relatif aux secours à accorder aux ouvriers des travaux publics en cas d'accidents, porte que, pour assurer le service médical et le payement des secours, il sera opéré une retenue de 2 p. 0/0 sur le prix de la main-d'œuvre des travaux adjugés à des entrepreneurs.

Des instructions ont été demandées à l'administration pour l'exécution de cet article.

Les questions posées étaient les suivantes :

1° D'après quel mode de comptabilité la retenue doit-elle être opérée?

2° Quelle est la caisse publique chargée de la recette et de la dépense y relatives?

3° Quelle est la forme comptable applicable aux mandatements et payements?

Je crois utile, monsieur le Préfet, de porter à votre connaissance les instructions données en réponse à ces questions.

Lorsqu'il s'agit de proposer un payement d'à-compte en faveur d'un entrepreneur dont l'opération est soumise à l'application du premier paragraphe de l'article 9 de l'arrêté, MM. les ingénieurs doivent déduire, de la valeur des travaux exécutés donnant lieu à ce payement, une somme représentant, aussi approximativement que possible, les 2 p. 0/0 de la main-d'œuvre effectuée : ainsi

se constitue naturellement la réserve sur laquelle les frais de secours sont imputables. Cette réserve d'ailleurs ne doit point être réalisée dans une caisse quelconque chargée d'en faire recette ; elle demeure comprise intégralement dans le montant du crédit de l'opération jusqu'au moment où il devient nécessaire d'y puiser pour faire face à l'un des besoins auxquels elle est destinée à pourvoir. Ce cas se présentant, les dépenses de secours ou autres prévues par l'arrêté du 15 décembre 1848 sont certifiées, mandatées et payées dans les formes voulues par les règles de la comptabilité publique, avec imputation sur le fonds général de l'entreprise.

Ce mode préviendra bien des difficultés qui pourraient naître de la réalisation, dans une caisse spéciale, des ressources provenant des retenues. Il offre surtout l'avantage de permettre à l'administration de consulter, dans les mesures qu'elle peut avoir à prendre, les besoins réels sans avoir à se préoccuper de la situation du fonds de secours au moment où ces besoins se révèlent. Il ne saurait, d'un autre côté, blesser les intérêts des entrepreneurs, les déductions à faire à titre de retenues sur le montant des à-compte devant toujours avoir pour base, non les sommes dépensées pour secours, mais bien, comme il vient d'être dit, la valeur de la main d'œuvre effectuée.

C'est généralement après l'exécution complète des travaux qu'il y a lieu de régler avec l'entrepreneur le compte relatif à la retenue de 2 p. 0/0. Ce moment arrivé, il suffit de comparer le chiffre total des dépenses faites pour secours avec la somme que l'on obtient en appliquant le taux de 2 p. 0/0 à la valeur des travaux de main-d'œuvre régulièrement constatée. Si la somme ainsi obtenue est inférieure aux dépenses, il en résulte, dans le montant du crédit de l'entreprise, un déficit auquel le ministre pourvoit par une allocation supplémentaire, conformément au deuxième paragraphe de l'article 2 de l'arrêté ; si elle est supérieure aux frais, il est satisfait à la prescription du troisième paragraphe du même article par l'abandon de la différence à l'entrepreneur.

Les dispositions dont je viens d'avoir l'honneur de vous entretenir sont de nature à faire disparaître de la gestion de MM. les ingénieurs toute complication en ce qui concerne l'imputation des secours sur le produit de la retenue prescrite par le premier paragraphe de l'article 9 de

l'arrêté du 15 décembre 1848. Un point toutefois exigera, de la part de ces fonctionnaires, une attention constante : c'est la défalcation, lors des payements d'à-compte, des retenues successives à faire subir aux entrepreneurs. Dans quelques services, l'usage s'est établi de faire figurer ces retenues dans les comptes mensuels de MM. les ingénieurs ordinaires. Il convient que cet usage se généralise. Il en résultera, sans nouveau travail, une constatation en quelque sorte permanente, éminemment propre à prévenir les erreurs.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse une ampliation à M. l'ingénieur en chef.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
Signé T. LACROSSE.

Pour ampliation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

M. le Préfet d

Exécution de la loi sur le timbre en ce qui concerne les pétitions.

Paris, le 24 juillet 1849.

Monsieur le Préfet, M. le ministre des finances vient d'appeler mon attention sur la nécessité de mettre en vigueur la disposition de la loi du 13 brumaire an VII qui assujettit au droit de timbre « les pétitions et mémoires, » même en forme de lettres, présentés au gouvernement, » aux ministres, à toutes autorités constituées..... et aux » administrations et établissements publics. »

Les exemptions accordées par la loi qui peuvent encore être invoquées sont énumérées dans une instruction de l'administration de l'enregistrement et des domaines, dont vous trouverez un extrait à la suite de la présente circulaire. Ainsi que l'établit cette instruction, toute pétition non comprise dans l'une des exceptions qu'elle fait connaître est sujette à la formalité du timbre, quels que

soient la qualité du pétitionnaire et l'objet de la requête.

Si la prescription dont il s'agit est aujourd'hui tombée presque entièrement en désuétude, surtout pour certaines natures de pétitions, parmi lesquelles doivent être rangées les demandes d'emploi, on peut en trouver une des causes principales dans une sorte de tolérance de la part des administrations et fonctionnaires publics, qui s'est introduite peu à peu et a fait perdre de vue la défense, formulée par l'article 24 de la loi précitée, de donner ensuite aux actes ou demandes écrits sur papier libre. C'est un devoir pour l'administration des travaux publics de contribuer autant qu'il est en elle, et dans la limite de ses attributions, à la suppression de l'abus qui lui a été signalé.

Je viens vous inviter en conséquence, monsieur le Préfet, à prendre les mesures nécessaires pour que désormais, dans votre département, les pétitions relatives au service des travaux publics qui ne seront pas présentées conformément à la loi soient considérées comme nulles et non avenues.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse une ampliation à M. l'ingénieur en chef.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

Pour ampliation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

Extrait d'une instruction de l'administration de l'enregistrement et des domaines relative au timbre des pétitions.

L'article 12 de la loi du 13 brumaire an VII assujettit au droit de timbre établi à raison de la dimension du papier « les pétitions et mémoires, *même en forme de lettres*, » présentés au gouvernement, aux ministres, à toutes

» autorités constituées.... et aux administrations et éta-
» blissements publics. »

Les contraventions à cette disposition donnent lieu, suivant l'article 26, n° 3, de la même loi, à une amende réduite à 5 francs par l'article 10 de la loi du 16 juin 1824, outre le payement du décime et du droit de timbre.

.... L'administration a souvent appelé la vigilance des préposés, notamment par les instructions des 27 fructidor an X, n° 72; 6 mars 1812, n° 565; 20 février 1817, n° 765; 21 septembre 1829, n° 1291, et 30 avril 1832, n° 1399, § 1er.

Ces instructions ont fait connaître en même temps les exemptions de timbre exceptionnellement accordées par la législation.

Plusieurs de ces exemptions sont aujourd'hui sans objet; celles qui peuvent encore être invoquées concernent.

1° Les pétitions adressées à l'Assemblée nationale;

2° Les demandes de congés absolus ou limités, ou de secours.

3° Les pétitions des déportés et réfugiés des colonies tendant à obtenir des certificats de résidence, passe-ports et passages pour retourner dans leur pays.

Ces trois exceptions sont établies par l'article 16 de la loi du 13 brumaire an VII.

4° Les observations que les propriétaires qui ont à réclamer contre les articles du classement parcellaire cadastral doivent, aux termes de l'article 24 de la loi du 15 septembre 1807, fournir au maire avant l'expiration du mois accordé pour prendre communication du classement. (Instructions nos 387 et 1291.)

5° Les réclamations en décharge ou réduction des contributions foncière, personnelle, mobilière, des portes et fenêtres et des patentes, *ayant pour objet une cote moindre de* 30 *francs*. (Loi du 21 avril 1832, articles 4 et 28; avis du comité des finances du 30 octobre 1835, approuvé par le ministre le 20 novembre suivant.)

6° Celles auxquelles peut donner lieu la composition de la liste du jury, de la liste des électeurs des tribunaux de commerce et de la liste des électeurs en matière électorale. L'exemption résulte des décrets des 7 août 1848, instruction n° 1830; 28 août 1848, instruction n° 1829; et 8, 28 février, 15 mars 1849, instruction n° 1833, qui

dispensent du timbre les actes judiciaires dont ces réclamations sont l'objet.

7° Enfin, suivant une décision du 13 août 1819, la disposition de l'article 12 de la loi du 13 brumaire an VII, relative au timbre des pétitions, n'est point applicable aux mémoires et à la correspondance adressés par les chambres de commerce soit au ministre, soit à l'administration des douanes, pour des demandes ou des réclamations d'*un objet général*. (Instruction n° 1291.)

Telles sont, d'après la législation sur le timbre, les exceptions autorisées.

Toute pétition, même en forme de lettre, non comprise dans l'une ou l'autre de ces exceptions, quels que soient la qualité du pétitionnaire, l'objet de la demande, l'autorité ou le fonctionnaire auquel elle est adressée, est sujette à la formalité du timbre en vertu de l'article 12 de la loi du 13 brumaire an VII, et, lorsque cette formalité n'a pas été remplie, il ne peut être statué sur la pétition sans contrevenir à la défense portée dans l'article 24 de la même loi.

. . . .

Déchet des sels.

Transmission d'un décret du Gouvernement, portant fixation de la remise accordée à titre de déchet légal.

M.

Paris, le 2 août 1849.

Les ordonnances du 8 décembre 1843 et du 10 avril 1846, rendues en exécution de l'article 15 de la loi du 17 juin 1840 et transmises par les circulaires nos 1998 et 2108, ont fixé à 5 p. 0/0 la remise accordée à titre de déchet pour les sels bruts des marais salants de l'Océan et de la Manche, et à 3 p. 0/0 celle afférent tant aux sels bruts des marais salants de la Méditerranée qu'aux sels ignigènes ou raffinés et aux sels étuvés des marais salants de l'Ouest.

L'expérience ayant fait reconnaître que la remise de 3 p. 0/0 était, dans certains cas, insuffisante pour compenser la déperdition qu'éprouvent les sels dont le transport s'effectue par la voie maritime, il est intervenu le 23 juillet dernier, en vertu de la loi ci-dessus citée, un décret du Président de la République, dont je joins ici une ampliation (1), qui élève au taux de 5 p. 0/0 la remise

(1) Voir le décret, *suprà*, page 540.

applicable, 1° aux sels ignigènes et aux sels étuvés des marais salants de l'Ouest, lorsqu'ils sont transportés en vrac et par mer; 2° aux sels bruts des marais salants du Midi expédiés, pareillement par mer et en vrac, des ports de la Méditerranée à destination de ceux de l'Océan et de la Manche.

Des dispositions de ce décret, combinées avec celles des deux ordonnances du 8 décembre 1843 et du 10 avril 1846, il résulte que la remise allouée à titre de déchet, en cas d'acquittement immédiat de la taxe de consommation ou d'expédition à destination des entrepôts, sera désormais réglée de la manière suivante :

Sels bruts récoltés sur les marais salants de l'Océan ou de la Manche.		5 p. 0/0
Sels bruts récoltés sur les marais salants de la Méditerranée.	Expédiés par mer et en vrac des ports de la Méditerranée à destination de ceux de l'Océan et de la Manche.	5 p. 0/0
	Dans tous les autres cas. .	3 p. 0/0
Sels ignigènes et sels étuvés des marais salants de l'Ouest.	Expédiés par mer et en vrac.	5 p. 0/0
	Dans tous les autres cas. .	3 p. 0/0
Sels raffinés.		3 p. 0/0

Je ne crois pas inutile de rappeler ici que les dispositions qui précèdent concernent exclusivement les sels récoltés ou fabriqués en France, puisque, aux termes de la loi du 28 décembre 1848, ceux provenant de l'étranger, de l'Algérie et autres possessions françaises d'outre-mer, ne jouissent d'aucune remise à titre de déchet.

J'invite les directeurs à donner immédiatement des ordres pour l'exécution de la présente, qu'ils auront soin de porter à la connaissance du commerce.

Le directeur de l'administration des douanes.

Signé TH. GRÉTERIN

M. le Préfet d

Paris, le 10 septembre 1849.

Appareils et bateaux à vapeur.

—

Envoi d'une notice sur les accidents.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre des exemplaires d'une notice sur les explosions et ruptures d'appareils à vapeur qui ont eu lieu en 1848, tant dans les établissements industriels qu'à bord des bateaux; notice qui a été insérée dans les Annales des mines et dans celles des ponts-et-chaussées.

On y a compris plusieurs explosions survenues en 1846 et 1847, qui n'avaient pas été mentionnées dans les publications précédentes.

L'on a de plus ajouté deux tableaux présentant le résumé des divers accidents de cette nature, arrivés en France depuis 1827 jusqu'à l'année 1848 inclusivement.

En examinant ces tableaux, on voit que presque tous les accidents ont été occasionnés par des contraventions aux règlements; telles que l'absence de plusieurs des appareils de sûreté exigés, des manques d'épreuves, des défauts de soins, des vices de construction dans les chaudières, dont un grand nombre avaient été établies sans permission et à l'insu de l'autorité.

Cela montre combien est nécessaire l'exact accomplissement des conditions et précautions prescrites par les ordonnances et instructions sur la matière; l'on ne saurait trop recommander de veiller strictement à leur exécution.

Je vous prie, monsieur le Préfet, de faire distribuer, suivant l'usage, la présente notice aux principaux constructeurs et propriétaires d'appareils à vapeur dans votre département, ainsi qu'aux commissions de surveillance des bateaux à vapeur, là où il en existe.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.

Signé T. LACROSSE.

Examen des états d'exploitation dressés pour l'assiette de la redevance proportionnelle.

M. , *inspecteur général des mines.*

Paris, le 12 septembre 1849.

Monsieur, l'examen que MM. les inspecteurs généraux des mines sont appelés à faire annuellement des états d'exploitation dressés par MM. les ingénieurs pour la fixation de la redevance proportionnelle, donne lieu généralement à diverses observations qui s'appliquent, les unes directement au travail même de l'assiette de la redevance, les autres plus spécialement à l'exploitation proprement dite des mines.

A raison de la répartition du travail établie entre les deux bureaux de la division des mines, je vous prierai, monsieur, de vouloir bien présenter toujours pour chaque département, dans deux rapports séparés, dont vous trouverez ci-joint le modèle, ces diverses observations qui ont été consignées jusqu'à présent dans un seul et même rapport.

Veuillez, monsieur, dresser, d'après chacun de ces modèles, les rapports que vous m'adresserez par suite de l'examen des états de redevances de l'exercice 1849.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

MINES.
—
DIVISION D
—
États d'exploitation des mines du département d
—
Redevances de l'exercice 18
(produits de 18).

OBSERVATIONS *de l'inspecteur général des mines, chargé de la division d*
sur le travail des redevances des mines du département d *, pour l'exercice* 18
(produits de 18).

MINES.
—
DIVISION d
—
Département d
—
États de redevances de l'exercice 18 .
—
Observations relatives à l'exploitation.

OBSERVATIONS *de l'inspecteur général des mines, chargé de la division d* ,
sur l'exploitation des mines du département d *par suite de l'examen des états d'exploitation dressés pour l'exercice de redevances* 18 .

Instruction sur l'emploi du sel en agriculture.

M. le Préfet du département d .

Paris, le 14 septembre 1849.

Monsieur le Préfet, l'abaissement de l'impôt du sel, décrété par l'Assemblée nationale le 28 décembre 1848, en diminuant le prix de cette substance, l'a mise à la portée de l'agriculture. Il devient possible désormais, par des expériences nombreuses, variées, faites sur une échelle plus vaste, d'acquérir des notions plus précises sur les avantages ou les inconvénients que présente l'usage du sel. Les procédés qui, jusqu'ici, paraissent avoir donné les meilleurs résultats doivent être appliqués et étudiés avec soin; de nouveaux essais peuvent être tentés. L'administration se fait un devoir d'encourager ces recherches et de les diriger : il importe, en signalant aux agriculteurs les faits qui ont été constatés, de les prémunir soit contre une défiance excessive, soit contre des espérances exagérées, nécessairement suivies d'un fâcheux découragement; de leur éviter, autant que possible, les tâtonnements de l'expérimentation; de leur indiquer enfin certaines limites dans lesquelles leurs tentatives doivent probablement se restreindre pour être prudentes. En conséquence, l'administration, après s'être éclairée de l'avis des hommes les plus compétents, a réuni les indications suivantes, que je vous prie, monsieur le Préfet, de porter à la connaissance des cultivateurs de votre département.

C'est surtout dans le régime hygiénique et alimentaire des animaux que le sel a été le plus généralement recommandé et expérimenté. Depuis longues années, d'habiles nourrisseurs trouvaient dans son usage des bénéfices assez considérables pour n'être point arrêtés par le prix de revient du sel, bien supérieur à celui qui est fixé par la nouvelle loi. Les ruminants en particulier paraissent en éprouver de bons effets. L'avidité des pigeons pour cette substance fait penser qu'on pourrait en donner aussi avec succès aux volailles; ce régime appliqué au cheval ne semble pas présenter les mêmes avantages.

Le sel parait intervenir dans l'alimentation des animaux :

Pour conserver les fourrages, en arrêtant la fermentation, en empêchant la moisissure.

Pour remplacer les sels solubles qu'ont perdus, par le lavage, certains aliments végétaux qui en possédaient naturellement (comme la pulpe des pommes de terre, des betteraves cuites à l'eau).

Pour neutraliser l'action malfaisante des fourrages humides, avariés ou de qualité inférieure (aussi la plupart des agronomes regardent-ils le sel comme un antidote et un préservatif contre la cachexie aqueuse à laquelle sont sujets les moutons nourris dans les prairies humides).

Enfin, pour exciter une salivation abondante et donner plus de puissance à l'action digestive et assimilatrice : on provoque de cette manière l'appétit des bestiaux (effet utile surtout pendant la dernière période de l'engraissement), et on développe en même temps la production de la graisse, du lait, etc.

Ce régime peut, il est vrai, échauffer les animaux : on remédie à cet inconvénient en remplaçant le sel par une égale dose de sulfate de soude cristallisé, ou mieux encore, on le prévient en faisant périodiquement cette substitution (deux fois par semaine, par exemple). Le sulfate de soude ne coûte pas, du reste, plus cher que le sel marin. On ne le paye, suivant les localités, que 8 à 15 francs les 100 kilogrammes.

On ne peut donner de règles absolues sur la dose de sel qu'il convient d'ajouter aux rations : elle doit varier suivant l'humidité plus ou moins grande du climat, du sol, de la saison, des aliments; elle devra être d'autant plus faible que l'animal sera plus jeune (1), tandis qu'il faudra l'augmenter si la constitution lymphatique du sujet ou un état maladif exige une alimentation plus tonique.

Il peut y avoir quelque difficulté à tenir compte, dans le dosage, de toutes ces circonstances diverses, et à bien apprécier leur importance relative; ces difficultés disparaissent si l'on s'en rapporte, comme en certains pays, à l'instinct des bestiaux eux-mêmes.

---

(1) Une vache à lait consommant 60 grammes de sel par jour, un veau de six mois n'en recevra que 20 grammes, un veau d'un an 30 à 40 grammes.

Des sacs de toile forte, mais à tissu peu serré, sont remplis de sel, humectés une première fois et mis à la portée des animaux. Ceux-ci viennent les lécher, et extraient facilement, en le dissolvant par la salivation, le sel qui est nécessaire à leurs besoins.

Dans les contrées où l'on peut se procurer du sel *en roche*, le procédé est encore plus simple, car il est évident que l'usage des sacs est alors superflu.

Cependant on préfère, en général, administrer le sel mélangé directement avec les aliments. C'est surtout lorsque ceux-ci en ont été imprégnés quelque temps avant d'être consommés que les mélanges produisent des effets remarquables, et provoquent, le plus puissamment, l'appétit des animaux. Du reste, soit qu'on emploie ce procédé, soit que la préparation se fasse au moment de la distribution, les doses peuvent (sauf les modifications que les circonstances particulières font introduire) se rapporter aux quantités suivantes :

Bœuf de travail.	Adulte de taille ordinaire, par jour et par tête.	60 grammes de sel.
Vache à lait.	*Idem*.	60 grammes.
Bœuf d'engrais.	*Idem*.	80 à 150 grammes, suivant le poids et la période d'engraissement.
Porc d'engrais.	*Idem*.	30 à 60 grammes, suivant le poids et la période d'engraissement.
Cheval, jument, mulet.	*Idem*.	30 grammes.
Moutons.	100 têtes.	150 à 200 grammes ; à l'engraissement, le double

Voici un tableau des rations en usage, depuis plus de dix ans, chez un des principaux nourrisseurs de Paris, qui entretient jusqu'à soixante animaux dans ses étables :

	Pour UNE VACHE.	Pour UNE ANESSE.	Pour UNE CHÈVRE.
	k.	k.	k.
Betteraves.	40,000	14,000	5,900
Carottes.	34,000	11,900	4,850
Remoulage et recoupettes.	5,500	2,005	0,900
Luzerne.	3,000	1,050	0,500
Paille d'avoine.	6,000	2,100	1,000
Sel marin.	0,050	0,020	0,010

DÉTAILS SUR LA PRÉPARATION DES MÉLANGES.

1° *Mélanges préparés au moment de la distribution.*

Lorsque le fourrage à distribuer est humide, on se contente de le saupoudrer de sel; lorsqu'il est sec, on l'humecte avec de l'eau dans laquelle le sel a été dissous.

Nous mentionnerons ici quelques rations dont on vante les bons effets.

POUR LES PORCS :

	k.
Pommes de terre cuites à la vapeur. . .	10,000
Farine de seigle.	0,800
Lait écrémé ou petit lait.	3,000
Sel.	0,015 à 20

Ce mélange est particulièrement favorable aux truies qui allaitent. Il faudrait toutefois le supprimer, s'il purgeait trop violemment l'animal.

2° *Mélanges préparés à l'avance.*

Dans quelques contrées étrangères, il est, depuis fort longtemps, passé en usage de saler le foin en le mettant en meules : celles-ci sont formées de couches superposées successivement, et dont chacune a été saupoudrée de sel dans la proportion de 2 à 5 kilogrammes de cette substance pour 1 000 kilogrammes de fourrage, selon que le foin est plus ou moins sec. On a coutume d'y ajouter de la paille, qui contribue à absorber l'humidité.

Le sel peut encore être utilement mélangé, soit avec

de la paille hachée et mouillée, soit avec des pommes de terre coupées et écrasées, soit encore avec des betteraves, du son, des balles de grain, des tourteaux oléagineux, ou même avec plusieurs de ces aliments réunis. Il est utile de laisser fermenter ce mélange pendant deux ou trois jours.

On peut distribuer le sel aux animaux chaque jour ou seulement deux à trois fois par semaine. Il est évident que la quantité qui est ajoutée aux rations doit être d'autant plus considérable que la distribution en est moins fréquente; le mieux est, peut-être, d'en faire une par jour.

Les encouragements accordés par l'administration à l'application de ces procédés ne seront pas seulement une impulsion salutaire donnée à une branche importante de notre industrie agricole; ils amèneront encore, il est permis de l'espérer, des résultats plus féconds et d'un intérêt plus général : en effet, ce mode d'emploi du sel placera les agriculteurs dans l'obligation de peser, de mesurer, d'observer, de se rendre compte, en un mot, des frais de production. C'est seulement quand cet esprit d'ordre et de calcul se sera suffisamment étendu qu'il deviendra possible de comparer entre elles les diverses méthodes d'exploitation, de porter sur chacune un jugement raisonné, de choisir les plus avantageuses, d'arriver, en dernière analyse, au plus grand développement de la richesse publique, de l'esprit d'observation, du sens pratique dans la masse de la population.

La régularité et l'intelligence avec lesquelles serait tenue, dans chaque exploitation, cette comptabilité dont nous venons d'indiquer les avantages, pourraient être constatées par des enquêtes, honorées par des récompenses publiques. Dans quelques années, la centralisation de données nombreuses, suivies, en offrant des garanties sérieuses d'exactitude, fournirait, par zones ou par régions, des renseignements statistiques du plus haut intérêt.

Quant à l'emploi direct du sel à la culture des terres, les faits d'expérience ne sont ni assez nombreux ni assez concluants pour qu'on puisse être bien fixé sur sa valeur; c'est du temps, des essais pratiques à venir qu'il faut attendre des éclaircissements sur cette question.

L'état actuel des connaissances agricoles paraît cependant permettre d'espérer de bons résultats, lorsque le sol

ne renferme que des proportions insuffisantes de chlorure de sodium ou de potassium, et que l'humidité, sans être excessive, est assez grande pour empêcher la solution saline de se concentrer au contact des jeunes plantes ou des graines en germination.

On sent que, dans les localités où ces circonstances se trouveront réunies, il y aura double avantage à employer le sel mêlé à la nourriture des animaux, puisqu'il contribuerait d'abord à entretenir leur santé, et qu'il se trouverait ensuite dans les fumiers, bien préparé pour être utile aux végétaux.

Au reste, pour que le sel conserve un effet utile, il ne faut pas, suivant de graves autorités, que la terre contienne plus de 0,001 de son poids de sel marin ou de chlorure de sodium et de potassium, ou d'autre composé alcalin.

Telles sont les principales indications que la science et l'expérience ont pu recueillir jusqu'ici.

Il est inutile de dire, en terminant cette instruction, que l'administration ne peut avoir eu la prétention d'exposer toutes les méthodes et de prévoir tous les cas d'emploi du sel.

Son but, je le répète, est d'appeler l'attention des agronomes sur les nouveaux procédés qui leur sont offerts et d'encourager leurs expériences.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre de l'agriculture et du commerce,

Signé V. LANJUINAIS.

A M.

Sels et pêches.

Transmission d'un décret du 15 octobre 1849, relatif à la petite pêche maritime.

Paris, le 24 octobre 1849.

Les chambres de commerce des principaux ports où s'effectuent les armements pour la petite pêche maritime ont réclamé l'abrogation de l'article 48 du décret du 11 juin 1806, lequel limite les quantités de sel qui peuvent être embarquées à bord des bateaux ayant cette destination, et assujettit les patrons de ces bateaux à l'obliga-

tion de justifier, à leur retour, de l'emploi dudit sel en salaisons de poissons.

Après avoir examiné de concert cette réclamation, les départements du commerce et des finances ont reconnu que l'abrogation dont il s'agit ne pourrait, sans de sérieux inconvénients, être prononcée d'une manière générale et absolue ; mais qu'il était possible et dès lors opportun de donner satisfaction au vœu exprimé par les chambres de commerce, en ne maintenant la limitation des quantités de sel à l'embarquement et la formalité du compte ouvert imposée aux patrons, que pour le seul cas où les bateaux se livrent à la pêche et à la salaison en mer du poisson, sur les côtes de France.

Il est en conséquence intervenu, sous la date du 15 de ce mois, un décret du Président de la République, portant règlement d'administration publique (1), qui dispose, article 1er, que l'article 48 du décret du 11 juin 1806 ne sera désormais appliqué qu'aux bateaux qui effectueront leur pêche sur les côtes de France, et que les armateurs et patrons des bateaux de pêche expédiés à destination de tous autres parages auront la faculté d'embarquer telle quantité de sel qu'ils jugeront nécessaire. Ce sel sera, dans ce cas, accompagné d'un simple passavant de douane (2).

L'article 2 du même décret pourvoit à un autre objet.

Aux termes de l'article 16 de l'ordonnance du 14 août 1816, le baril de harengs, soit braillés, soit caqués, arrivant de la mer, salés en vrac, doit peser, y compris 39 kilogrammes au plus pour tare du baril et saumure, au moins 140 kilogrammes, et être plein au moins jusqu'à 81 millimètres au-dessous du jable. Les articles 23 et 24 de la même ordonnance disposent, en outre, que chaque baril de hareng paqué à terre ne sera réputé plein, loyal et marchand, qu'autant qu'il pèsera de 144 à 147 kilogrammes, et que les subdivisions du baril suivront le poids du baril proportionnellement.

---

(1) Voir ce décret, *suprà*, page 571.

(2) Ces passavants seront détachés du registre série M, n° 53 *bis*, ainsi que cela se pratique déjà pour les sels français embarqués à destination de la pêche de la morue ; et, comme dans ce dernier cas, on se conformera aux dispositions des circulaires du 20 décembre 1823, n° 830, et du 28 décembre 1831, n° 1295.

Le commerce des ports ou les syndics de pêche, institués par l'ordonnance précitée, assurent l'exacte application de ces dispositions, s'est plaint depuis quelques années de ce que, dans un certain nombre de localités où l'institution des syndics a cessé d'exister ou ne fonctionne pas régulièrement, ces mêmes dispositions restaient complétement inexécutées; et que, par suite, il arrivait sur les marchés de l'intérieur des quantités considérables de barils de harengs n'ayant pas le poids légal, et dont la vente portait préjudice aussi bien aux intérêts des acheteurs qu'à ceux du commerce de bonne foi.

L'existence de ces fraudes commerciales ayant été démontrée, et la nécessité d'y remédier reconnue, l'article 2 du décret ci-joint, dans le but d'en mieux assurer sur tous les points la répression, attribue aux agents du service des douanes la faculté de constater et de déférer, lorsqu'il y aura lieu, aux tribunaux compétents, avec ou sans le concours des syndics de pêche, les contraventions aux articles 16, 23 et 24 de l'ordonnance du 14 août 1816 (1).

Il demeure entendu, toutefois, que les agents des douanes laisseront, comme par le passé, aux syndics de pêche dans les ports où cette institution existe et fonctionne efficacement, le soin de constater les contraventions dont il s'agit; et que c'est seulement à défaut de ceux-ci, ou sur leur refus de s'acquitter de leur mission spéciale, qu'ils devront user du droit dont le nouveau décret les investit.

J'invite les directeurs à donner des ordres dans le sens de ces dispositions, qu'ils porteront à la connaissance du commerce.

Le Directeur de l'administration des douanes,

Signé TH. GRÉTERIN.

---

(1) Conformément aux articles 36 du décret du 8 octobre 1810 et 34 de l'ordonnance du 14 août 1816, ces contraventions doivent être poursuivies par la voie de police correctionnelle.

Les infractions à l'article 16 de l'ordonnance de 1816 entraînent l'application d'une amende de 100 francs, conformément aux dispositions de ce même article et à celles de l'article 19 du décret de 1810 précité.

Les infractions aux articles 23 et 24 de l'ordonnance de 1816 entraînent la confiscation des marchandises avec amende de 500 francs, con-

Demande des procès-verbaux de visite des mines pour 1849.

M. le Préfet d

Paris, le 24 novembre 1849.

Monsieur le Préfet, je désire que vous me transmettiez, le plus tôt possible, les procès-verbaux de visite des mines de votre département, pour la présente campagne, ainsi que le rapport général destiné à indiquer les principaux faits constatés, les améliorations qui auraient eu lieu et celles qui resteraient à réaliser dans les diverses exploitations.

Vous voudrez bien, en me faisant cet envoi, m'informer des mesures que vous auriez prises ou que vous vous proposeriez de prendre à l'égard de chaque mine.

Je me réfère, au surplus, pour ce qui concerne l'exécution des règlements sur la police souterraine, aux précédentes instructions et notamment aux circulaires des 30 janvier 1837, 16 mai 1842, 10 mai 1843, 28 novembre 1840 et 4 octobre 1845.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

Appareils à vapeur. — Manomètres.

M. le Préfet d

Paris, le 17 décembre 1849.

Monsieur le Préfet, les ordonnances des 22 et 23 mai 1843 et 17 janvier 1846, relatives aux appareils à vapeur et aux bateaux à vapeur, veulent que chaque chaudière soit munie d'un manomètre destiné à faire connaître la tension de la vapeur.

Pour toutes les pressions effectives qui ne dépassent pas

---

formément aux articles combinés suivants : 25 de cette même ordonnance de 1816, et 26 du décret du 8 octobre 1810.

Les dispositions pénales de ce dernier article ont été déclarées en vigueur par un arrêt de cassation du 24 mai 1843, inséré à sa date au Bulletin officiel (matière criminelle).

quatre atmosphères, dans les chaudières établies à demeure, et deux atmosphères dans les chaudières des bateaux, on a exigé que le manomètre fût à air libre.

Ce manomètre a été prescrit de préférence, parce qu'il est le seul qui, lorsqu'il a été construit avec les précautions énoncées dans l'instruction du 23 juillet 1843, fournit des indications toujours sûres et immédiatement vérifiables.

Mais pour les pressions plus élevées, il eût été d'un usage peu commode, et souvent même impossible, en raison de la longueur qu'il aurait fallu donner au tube de l'instrument. C'est par ce motif que les ordonnances ont permis d'employer dans ce cas le manomètre à air comprimé, et la même faculté a été laissée, quelle que soit la pression, pour les chaudières des machines locomobiles et des locomotives.

Le manomètre ordinaire à air libre a toutefois, à côté des avantages qu'il présente, certains inconvénients inhérents à sa nature même : il est embarrassant; son tube se salit fréquemment, de manière que l'on ne peut plus y apercevoir le niveau du mercure.

Afin de remédier à ces inconvénients, diverses espèces d'appareils manométriques ont été proposées. On a déjà fait mention de quelques-uns de ces instruments dans les circulaires et instructions des 16 mars 1846 et 20 juillet 1847. D'autres de constructions différentes ont encore été imaginés plus ou moins récemment, et peuvent aussi être utiles.

Sur le rapport de la commission centrale des machines à vapeur, il m'a paru qu'il y avait lieu d'autoriser désormais sur toutes les chaudières toute espèce de manomètres, bien fabriqués et bien gradués, à la condition que, lorsqu'il s'agira d'un manomètre autre que celui à air libre, décrit dans l'instruction du 23 juillet 1843, la chaudière sera pourvue d'un ajutage qui permette de vérifier l'exactitude de l'instrument employé.

La disposition que devra avoir cet ajutage est indiquée dans l'instruction ci-jointe, du 15 du courant, où se trouve en même temps la description de deux nouveaux manomètres qui ont été dernièrement soumis à l'examen de la commission.

Je vous transmets, monsieur le Préfet, pour être distribués aux principaux constructeurs et propriétaires

d'appareils à vapeur, dans votre département, et aux commissions de surveillance des bateaux à vapeur, là où il en existe, des exemplaires de la présente circulaire et de l'instruction qui est imprimée à la suite. Veuillez m'en accuser réception.

J'en adresse également des ampliations aux ingénieurs chargés de la surveillance des appareils à vapeur, et aux ingénieurs chargés du contrôle et de la surveillance de l'exploitation des chemins de fer concédés.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considéraion la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
Signé BINEAU.

Pour ampliation :
Le chef de la division des mines,
Signé SALOMON.

Instruction concernant les manomètres des chaudières à vapeur.

Parmi les appareils de sûreté des chaudières à vapeur, aucun n'est plus utile qu'un manomètre à air libre, lorsqu'il est construit avec les précautions indiquées dans l'instruction du 23 juillet 1843.

Mais cet instrument ne peut être appliqué aux locomotives, ni la plupart du temps aux bateaux à vapeur. Pour les chaudières fixes même, il est souvent embarrassant; il ne peut pas toujours être placé de manière que le mécanicien et le chauffeur puissent facilement en consulter les indications; le tube se salit à l'intérieur de telle sorte qu'il est souvent difficile d'y apercevoir le niveau atteint par la colonne de mercure (1).

(1) Pour nettoyer le calibre intérieur d'un tube, on se sert d'un petit linge imbibé d'huile de pétrole et fixé sur un fil de métal doux. Le fil est introduit dans le tube, en y attachant un petit morceau de plomb.

L'expérience a montré que lorsque l'on introduit dans un tube de verre un corps dur, un fil de laiton ou de fer, on produit une lésion superficielle, souvent invisible, qui rend le verre tellement cassant, qu'il se fendille ensuite spontanément.

Pour obvier à ces inconvénients, divers moyens ont été imaginés.

Dans les circulaires des 16 mars 1846 et 20 juillet 1847, on trouve la description du manomètre à air comprimé, du manomètre Richard, du thermomanomètre. Il y a d'autres instruments d'origine plus récente dont l'emploi peut être également avantageux : tels sont ceux dont il va être question.

Pour obtenir un manomètre à air libre commode et réduire la longueur de l'échelle, M. Galy-Cazalat a eu l'idée de faire presser la vapeur et le mercure qui y fait équilibre sur des surfaces d'une étendue différente. M. Journeux, à qui M. Galy-Cazalat a cédé le bénéfice de son brevet d'invention, a adopté la disposition qui est représentée dans les *fig.* 1, 2, 3 et 4, *Planche IX*, et expliquée dans la légende *A*.

L'instrument se compose d'une cuvette formée de deux pièces. La partie supérieure est en fonte : elle est destinée à recevoir le mercure; l'autre partie est en bronze. Elles sont séparées par un diaphragme en caoutchouc, dit volcanisé, dont le pourtour est serré entre les bords des deux pièces de manière à former entre elles un joint imperméable.

Au-dessous de la rondelle de caoutchouc, est un disque de bronze de 60$^{millim.}$,8 de diamètre; il est relié par une petite tige à un autre disque de même métal de 18$^{millim.}$,5, qui joue dans un tube alésé, et repose sur une seconde rondelle de caoutchouc, qui est fixée de la même manière que celle qui supporte le poids du mercure.

La partie inférieure de la cuvette communique, par un petit orifice, avec l'air extérieur, de sorte que la pression de l'atmosphère agit également au-dessus et au-dessous du grand diaphragme en caoutchouc, qui la divise en deux parties. La vapeur est amenée par un tuyau, de manière à exercer sa pression sous le petit diaphragme inférieur.

Après avoir placé le tube manométrique, on verse le mercure par un orifice ménagé sur le côté du couvercle; on agite un peu pour faciliter le dégagement de l'air, et on remplit complétement le réservoir, de manière que le mercure s'élève dans le tube à une hauteur d'un ou deux centimètres.

On a ainsi le premier degré de l'échelle, celui qui cor-

respond à la pression d'une atmosphère; on obtient les autres en refoulant de l'eau sous le diaphragme inférieur, à diverses pressions qui sont déterminées par un manomètre à air libre.

D'après le rapport adopté pour les diamètres des pistons, 60,8 et 18,5, une hauteur de 7 centimètres de mercure correspond à la pression d'une atmosphère.

Pour les manomètres des chaudières des locomotives, le rapport est 56 : 13, et la hauteur équivalente à une atmosphère est ainsi réduite à 4 centimètres.

Les deux diaphragmes sont fixés par leurs bords; néanmoins, en raison de leur grande élasticité, ils transmettent facilement les pressions qu'ils reçoivent aux disques avec lesquels ils sont en contact.

On conçoit sans peine les indications de l'instrument, si l'on compare les diamètres du tube et du grand disque, 4 et 60 : on voit qu'un déplacement du grand disque de 3 dixièmes de millimètre suffit pour fournir au tube la quantité de mercure qui correspond à la charge d'une atmosphère.

Depuis quelques mois les manomètres de M. Journeux sont employés sur les locomotives de plusieurs chemins de fer; on s'en est généralement montré satisfait.

Le 18 juin 1849, M. Bourdon, ingénieur mécanicien à Paris, a pris un brevet d'invention pour un manomètre dit métallique, dans lequel il n'entre point de mercure (1). Dans le mois de juillet, il a demandé au ministre des travaux publics qu'il fût soumis à l'examen d'une commission, ce qui a eu lieu.

Ce nouveau manomètre se compose d'un tube mince en laiton, à section elliptique, tordu ou contourné en hélice ou spirale ou en S, dont la forme se modifie par l'ef-

(1) Le 8 mars 1849, il a été délivré un brevet d'invention dans les États prussiens à M. Rabskopff, horloger à Coblentz, pour un nouveau manomètre destiné à mesurer les tensions de la vapeur dans les chaudières des locomotives. (Journal de Coblentz (*Amtsblatt*), du 21 mars 1849.)

Un manomètre à tube élastique est employé depuis quelque temps sur le chemin de fer de Paris à Lyon; il porte les noms de Schinz, ingénieur, et de Rabskopff, fabricant à Coblentz. On en trouve la description dans le Journal des chemins de fer de Stuttgart (*Eisenbahn Zeitung*) du 20 avril 1850.

fort de pression qu'exerce la vapeur introduite dans son intérieur.

Les *fig.* 5, 6, 7 et 8 de la *Planche IX* feront facilement comprendre le jeu de cet instrument très-simple. L'une des extrémités du tube est ouverte : elle doit être mise en communication avec la vapeur dont on veut mesurer la tension ; elle est fixée par des vis à une boîte qui recouvre le manomètre.

L'autre extrémité du tube est fermée ; elle est libre de se mouvoir ; dans son mouvement, elle entraîne une aiguille courbe qui y est attachée, et qui marche sur un cadran convenablement gradué, pour indiquer la tension de la vapeur.

Pour une spirale de 20 centimètres de diamètre, la section du tuyau offre, dans le sens du rayon, une largeur de 4 millimètres sur une hauteur de 11, dans le sens perpendiculaire. Il est fait avec de la tôle de laiton d'un tiers de millimètre d'épaisseur.

On gradue l'instrument en le soumettant, au moyen d'une presse hydraulique, à des pressions intérieures différentes ; on marque les points où l'aiguille s'arrête, de degrés correspondant à ceux qui sont donnés par un manomètre à air libre bien construit.

Ce nouveau manomètre est d'un usage commode ; il n'est pas fragile. Les indications qu'il donne sont beaucoup plus distinctes que celles qu'il faut prendre sur le niveau d'un liquide, dans un tube souvent sali à l'intérieur ; il peut, dans quelques circonstances, être substitué avec avantage au manomètre à mercure.

Mais, pour qu'il soit exact, il faut que le métal conserve toute son élasticité ; il faut que, sous la même pression intérieure, le tuyau reprenne constamment la même forme.

On peut craindre, avec juste raison, qu'avec le temps l'élasticité du métal ne s'altère, que la forme donnée au tube ne se modifie sous l'action prolongée d'une forte pression intérieure, et que, par suite, les indications de l'instrument deviennent inexactes.

En thèse générale, on peut dire que tous les manomètres sont bons quand ils sortent de l'atelier, s'ils ont été gradués avec soin ; mais le manomètre à air libre, exécuté avec les précautions convenables, est le seul

dont l'exactitude puisse être à tout instant vérifiée et garantie.

C'est pour cette raison que l'article 26 de l'ordonnance du 22 mai 1843 en a prescrit l'emploi, à l'exclusion de tout autre, pour toutes les chaudières fixes dans lesquelles la tension de la vapeur ne dépasse pas cinq atmosphères; mais il est embarrassant : il ne peut être placé partout. Les autres manomètres sont généralement plus commodes, mais ils deviennent souvent défectueux après un certain temps de service. Ils peuvent néanmoins être employés avec avantage, pourvu que l'on en contrôle avec soin l'exactitude.

On peut toujours vérifier les indications d'un manomètre en les comparant à celles d'un autre manomètre reconnu exact; mais il faut pour cela démonter l'instrument, le transporter hors de l'usine : l'opération exige du temps, des frais; elle ne peut pas être fréquemment renouvelée.

Il serait bien plus simple d'adapter à toutes les chaudières un petit ajutage qui permît de faire la vérification sur place, au moyen d'un manomètre portatif.

Cette disposition a paru susceptible d'être adoptée et généralisée. En conséquence, pour toute chaudière qui sera munie de cet appendice, il sera à l'avenir permis d'employer un manomètre de forme quelconque, à la condition que ce manomètre sera réparé ou changé aussitôt qu'il aura été reconnu défectueux.

Pour que le contrôle puisse être exercé facilement, il est nécessaire qu'un mode uniforme d'ajutage soit partout adopté. On s'est arrêté au mode suivant qui a paru le plus simple.

Il consiste, comme le fait voir la *fig.* 9, *Planche IX*, à adapter à la chaudière un tube de 1 centimètre de diamètre, muni d'un robinet; une des extrémités devra être fixée sur la chaudière ou sur le tuyau de vapeur du manomètre fixe ; l'autre sera terminée par une bride verticale de 1 centimètre et demi de largeur et de 5 millimètres d'épaisseur, et sera située de telle manière que l'on puisse y appliquer un manomètre vérificateur, dans un lieu où une personne trouvera place pour l'observer.

Cet ajutage est indispensable pour que l'on puisse contrôler sur place l'exactitude des manomètres employés : il devra être exigé à l'avenir pour toute chaudière qui

sera pourvue d'un autre manomètre que celui qui est décrit dans l'instruction du 23 juillet 1843.

Paris, le 15 décembre 1849.

Le ministre des travaux publics.

Signé BINEAU.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Manomètre à air libre de Journeux jeune. — Légende explicative (A).

(Les mêmes lettres indiquent, dans chaque *figure*, les mêmes parties.)

La *figure* 1 est une élévation de l'instrument vu de face.

La *figure* 2 est une élévation en profil.

Les *figures* 3 et 4 sont deux coupes : l'une verticale, suivant VX de la *figure* 1 ; l'autre horizontale, et suivant YZ de la même *figure*.

L'échelle est de 25 centimètres pour 1 mètre.

a b. Cuvette formée de deux pièces, l'une en fonte, l'autre en bronze, reliées entre elles et fixées à la monture en fonte M de l'instrument par les boulons à vis *d d d*.

La pièce supérieure *a* contient le mercure, qui repose sur un disque en caoutchouc volcanisé, dont les bords sont serrés entre les pièces *a* et *b* ; elle est surmontée d'un stuffing-box *s*, dans lequel s'engage le tube en verre *t t*, et dont la garniture est en caoutchouc.

La pièce inférieure *b* est alésée intérieurement et contient les pistons *c* et *c'* ; elle est filetée extérieurement pour recevoir l'écrou *e*, qui fixe au bas de la cuvette le collet du tuyau de prise de vapeur *t' t'* ; on a placé entre la partie inférieure de la cuvette et le collet du tuyau *t' t'* un petit disque de caoutchouc volcanisé, destiné à empêcher l'entrée de la vapeur dans la cuvette, dont il transmet la pression au premier piston *c*.

Ce piston a 1c,85 de diamètre; il est relié par une tige *r* à un piston supérieur ou disque *c'* de 6c.,08 de diamètre.

Un trou *o* est ménagé dans la partie inférieure *b* de la cuvette, pour mettre l'espace situé au-dessous du disque ou piston *c'* en communication avec l'atmosphère.

Le tube en verre a 4 millimètres de diamètre.

Le mercure est introduit dans la cuvette, au moyen d'un entonnoir, par un appendice *u* vissé sur la cuvette et fermé par un bouchon à vis.

L'échelle des pressions, tracée sur la monture en fonte M, est divisée en atmosphères et fractions décimales d'atmosphère. Chaque atmosphère correspond à une hauteur de mercure de 7 centimètres, résultant du rapport des diamètres des pistons *c* et *c'*.

$$\frac{0,76}{\left(\frac{c'}{c}\right)^2} = 0^m,07$$

La monture M est pourvue d'oreilles m m, qui permettent d'accrocher le manomètre.

Le plus souvent on fixe cet appareil sur une planche de chêne de 2 ou 3 centimètres d'épaisseur, et on l'accroche sur le parement antérieur du fourneau.

Manomètre métallique de Bourdon. — Légende explicative.

(Les mêmes lettres indiquent, pour chaque *figure*, les mêmes pièces.)

Les *figures* 5 et 6 sont deux coupes et projections verticales suivant les lignes A B et C D des *figures* 7 et 8.

La *figure* 7 est une coupe et une projection horizontales, suivant la ligne E F de la *figure* 5.

La *figure* 8 est une élévation de l'instrument vu de face.

L'échelle est au quart d'exécution.

t. Tube en laiton tourné en hélice, et dont la section transversale est une ellipse dont le petit axe, dans le sens du rayon de l'anneau, est de 4 millimètres, et dont le grand axe, parallèle au plan de l'anneau, est de 11 millimètres. Le tube fait un tour et demi d'hélice et a une longueur de 0m,70.

L'extrémité *t'* de ce tube est ouverte, et est fixée à la tubulure *a*, qui est en communication avec le tuyau de prise de vapeur.

L'extrémité *tt''* est fermée, et libre de se mouvoir; une aiguille *l*, qui y est fixée obéit au mouvement que lui imprime le tube *t*, et indique par sa marche sur le cadrau *c* la pression de la vapeur qui existe dans l'intérieur du tube.

Le cadran *c* est fixé par trois vis à la boîte M, qui renferme l'appareil; il est protegé en avant par le verre *v*, enchâssé dans une monture en cuivre *m*.

Les degrés du cadran *c* marquent les atmosphères, et les sous-divisions les quarts d'atmosphère.

La boîte M est en fonte; elle est fermée, par derrière, par une plaque en zinc *p* fixée par trois vis; trois oreilles, *o*, *o*, *o*, servent à accrocher l'appareil.

Ajutage pour recevoir le manomètre vérificateur. — Légende explicative.

La *figure* 10 est une élévation, au quart d'exécution, d'un ajutage vertical qui pourra être placé sur la partie supérieure de la chaudière à vapeur.

La *figure* 9 est une coupe longitudinale d'une chaudière à vapeur avec divers ajutages représentés en A, B et C.

Aux points B et C sont figurés des manomètres vérificateurs.

La bride *b* doit être verticale; elle a 4 centimètres de diamètre et 5 millimètres d'épaisseur.

Le robinet *r* sert à intercepter la communication de l'air extérieur avec la chaudière; il doit être ouvert quand le manomètre vérificateur est appliqué à la bride *b*.

PERSONNEL.

Décret du Président de la République, en date du 31 *octobre* 1849.

Le Président de la République,

Décrète ce qui suit :

M. Bineau, représentant du peuple, est nommé ministre des travaux publics, en remplacement de M. Lacrosse, dont la démission est acceptée.

Par arrêté du ministre, en date du 10 *juillet* 1849, — M. Bertera, ingénieur des mines, est chargé du service de surveillance du chemin de fer de Paris à Orléans et embranchement sur Corbeil, concurremment avec le même service sur la ligne du Centre.

Par arrêté du ministre, en date du 3 *décembre* 1849, — M. Couche, ingénieur, professeur à l'École des mines, membre de la commission des Annales, est chargé des fonctions de secrétaire de cette commission, en remplacement de M. Debette, appelé à une autre destination.

Par décret du Président de la République, en date du 10 *décembre* 1849, — sont nommés dans l'ordre national de la Légion d'honneur :

Au grade d'officier,

M. Levallois, ingénieur en chef de 1re classe, secrétaire du conseil général des mines ;

Au grade de chevaliers,

M. Baudin, ingénieur en chef de 2e classe, chargé de l'arrondissement minéralogique de Clermont-Ferrand ;

M. Daubrée, ingénieur ordinaire de 1re classe, chargé du sous-arrondissement de Strasbourg.

Élèves de l'Ecole Polytechnique admis dans le service des mines (arrêté du 29 septembre).

MM. Résal (Amé-Henri).
Duchanoy (Charles-François).
Orsel (Ernest-Amable).

Par arrêté du ministre, en date du 24 novembre 1849, — une commission est chargée d'étudier les questions relatives à l'organisation du corps des ponts-et-chaussées et des mines, et de préparer un projet de loi qui règle pour ces corps la formation des cadres, les droits à l'avancement, les positions d'activité, de disponibilité et de réserve, et les conditions de la mise en retraite.

Membres de la commission :

MM. Vivien, président du comité de législation du conseil d'État, président;
Rivet, conseiller d'État;
Béhic, conseiller d'État;
Cavenne, inspecteur général des ponts-et-chaussées;
Cordier, inspecteur général des mines;
Avril, inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées;
Schwilgué, inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées;
Dufrénoy, inspecteur général des mines;
Combes, inspecteur général des mines;
Porée, chef de bureau, chargé des fonctions de secrétaire.

ALGÉRIE.

Décisions du ministre de la guerre, des 16 juin et 7 septembre 1849.

Province d'ALGER.	MM. Garella, ingénieur en chef des mines de 1re classe, chef de service.	à ALGER.
	N. . . . . ingénieur ordinaire.	à BLIDAH.
	Badynski, garde-mines de 1re classe. .	à ALGER.
	Latil, garde-mines de 3e classe. . . .	à BLIDAH.
Province d'ORAN.	Ville, ingénieur ordinaire de 2e classe, chef de service.	à ORAN.
	Mœvus, garde-mines de 2e classe. . . .	à ORAN.
Province de CONSTANTINE.	Dubocq, ingénieur ordinaire de 2e cl., chef de service.	à BONE.
	Freynet, garde-mines de 2e classe. . .	à BONE.
	Cluny, *id.* *id.*	à BONE.

ACTES DE COURAGE

ET

DE DÉVOUEMENT.

Extrait d'un rapport adressé au Président de la République par le ministre de l'intérieur, le 1er octobre 1849, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés pendant le troisième trimestre de 1849.

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES en or.	MÉDAILLES en argent.	MÉDAILLES en bronze.
		NORD.			
				classe.	
CARVILLE (Jean-Baptiste), maçon.	Le Cateau, 12 août 1849.	Les sieurs Carville, Barbe, Briatte et Betny, n'écoutant que la voix de l'humanité, se sont également dévoués pour secourir trois personnes asphyxiées au fond d'une carrière; malheureusement ils n'ont pu réussir à arracher à la mort les trois victimes. Leur conduite n'en est pas moins digne de récompense.		2e	
BARBE (Antoine), maçon.				2e	
BRIATTE (Joseph), maçon.				2e	
BETNY (François), journalier.				2e	

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVI.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

MÉTALLURGIE ET MINÉRALURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

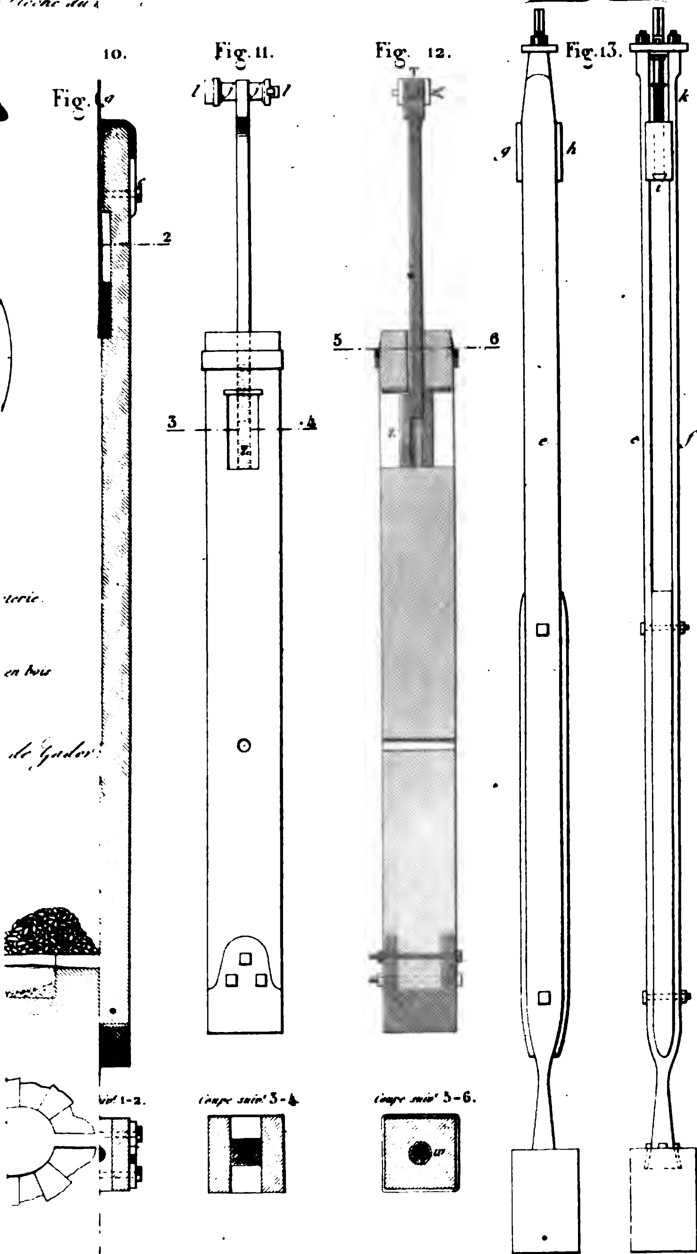
OBJETS DIVERS.

ADMINISTRATION.

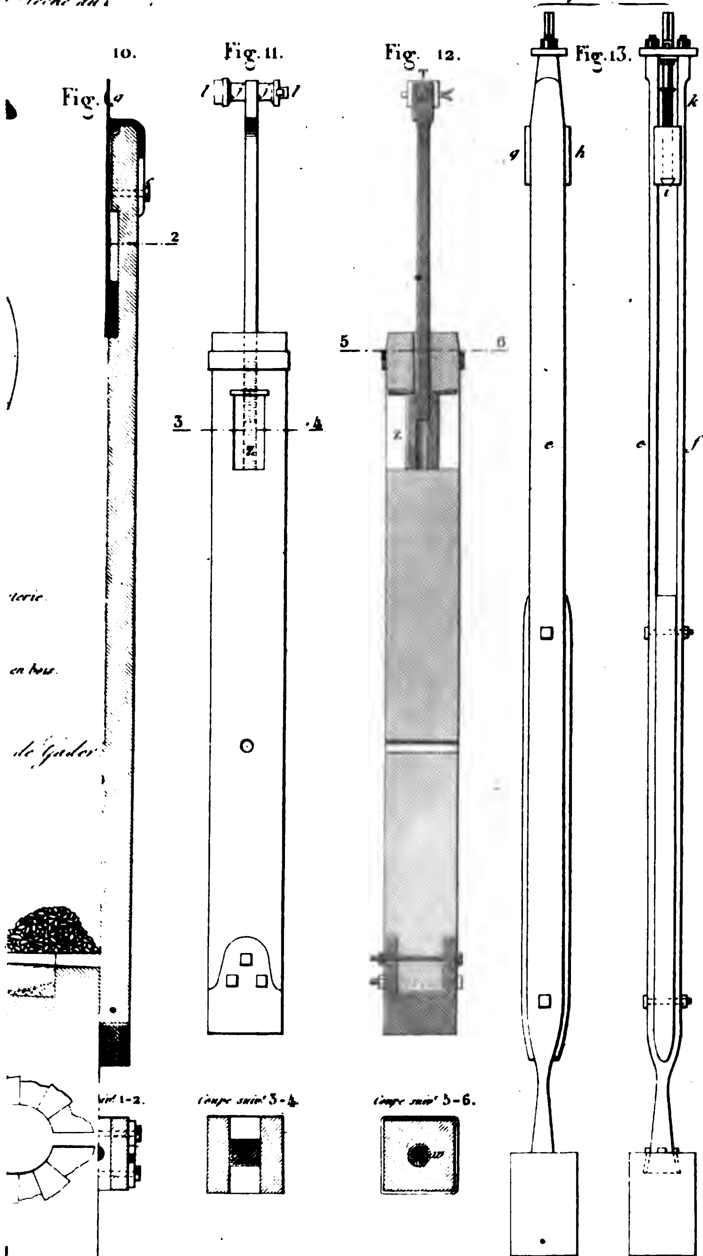
PLANCHES JOINTES AU TOME XVI

DE LA 4e SÉRIE DES ANNALES DES MINES.

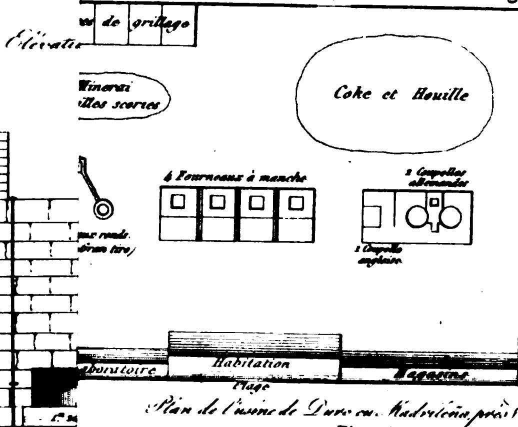
FIN DU TOME XVI.

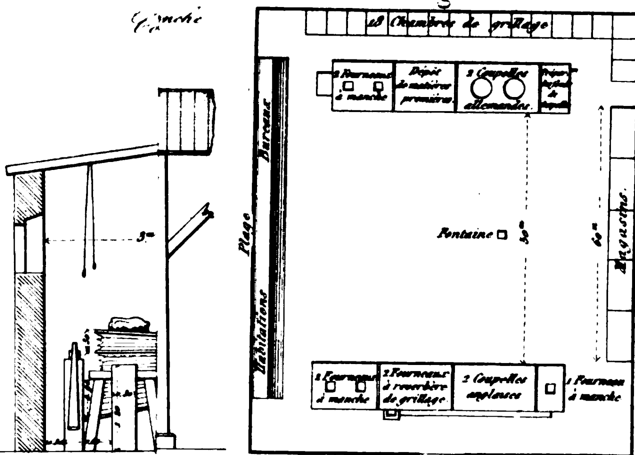

Systèmes divers de Flèches en bois ou en fer.
Flèche du
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
1-2.
Coupe suivt 3-4.
Coupe suivt 5-6.
terie.
en bois
de Gader

Lemaitre sc.


Systèmes divers de Flèches en bois ou en fer.
Flèche du
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
a
f
2
3
4
5
6
z
g
h
k
i
e
f
w
terie.
en bois.
de Gader
suiv.t 1-2.
Coupe suiv.t 3-4.
Coupe suiv.t 5-6.

Lemaitre sc.





Forme des Cristaux d'oxyde d'étain rhomboïdal artificiel.

Fig. 2.



Fig. 6.

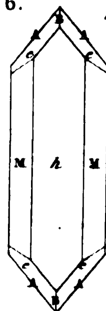
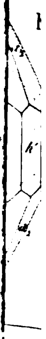


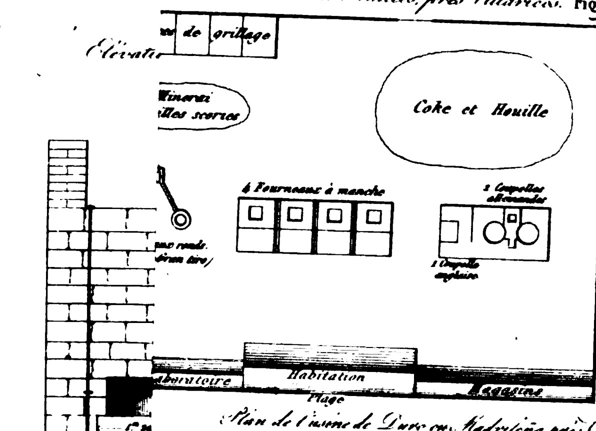
Fig. 7.



Lemaitre sc



Pla l'usine de las tres Amigos, près Villarica. Fig. 14.



Plan de l'usine de Duro ou Madrileña, près Villarica.

Fig. 15.

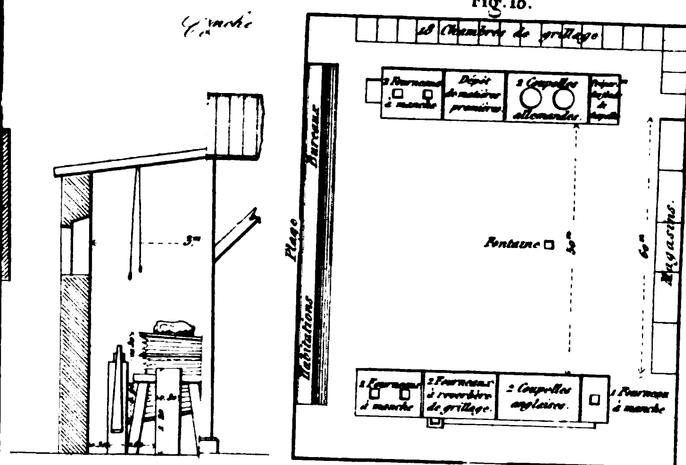
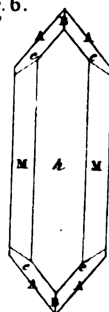


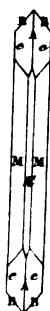
Fig. 2.

Fig. 6.



Forme des Cristaux d'oxyde d'étain rhomboïdal artificiel.

Fig. 7.



Lemaitre sc.

Traitemen

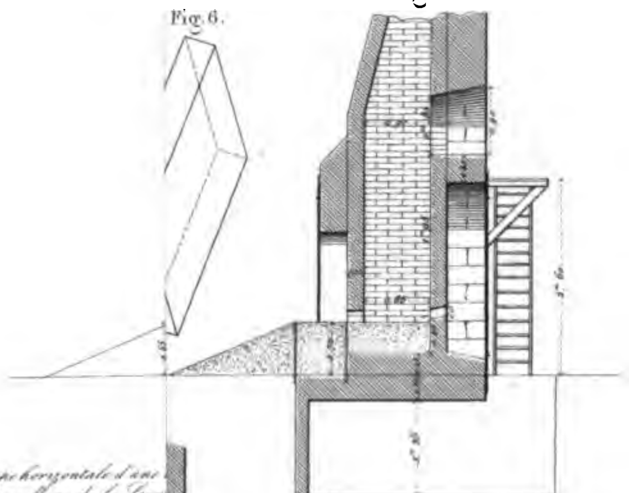
Élévatio de la

Coupe verticale du fourneau à manche de la Carmélita suivant AB (fig. 1)

Fig. 5.

urneau de la Carmélita

Fig. 6.

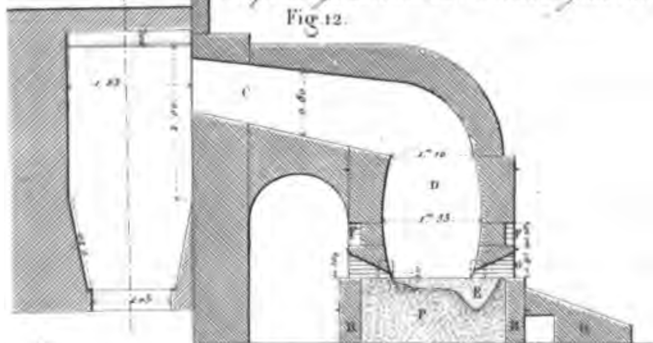


Coupe horizontale d'une de grillage de la Car

Fig. 9.

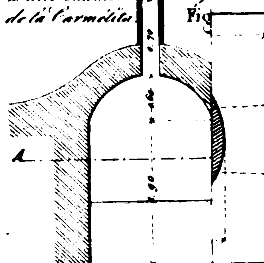
Coupe longitudinale du Hornos de gran tiro

Fig. 12.



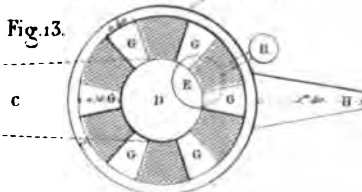
Coupe transvers d'une chambre de g de la Carmélita

Fig



Coupe horizontale au niveau des tuyères du Hornos de gran tiro

Fig. 13.



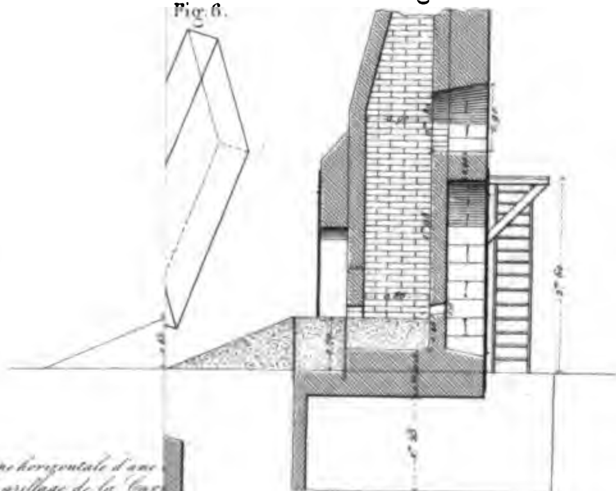
Lemaitre sc.

Traitemen[t]

Élévatio[n]
de la

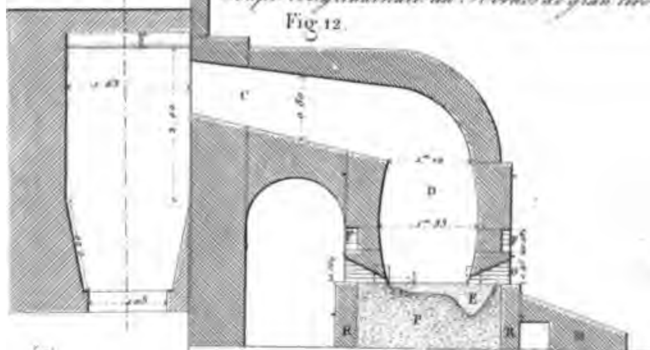
Coupe verticale du fourneau à manche
de la Carmélita suivant AB (Fig. 1)

[fo]urneau de la Carmélita



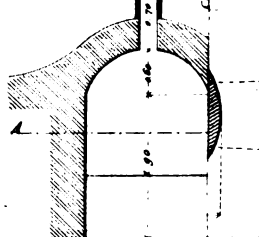
Coupe horizontale d'une [chambre]
de grillage de la Car[mélita]

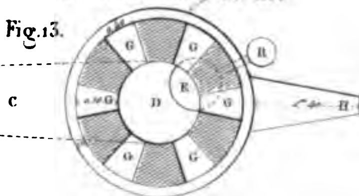
Coupe longitudinale du Horno de gran tiro



Coupe transvers[ale]
d'une chambre de g[rillage]
de la Carmélita

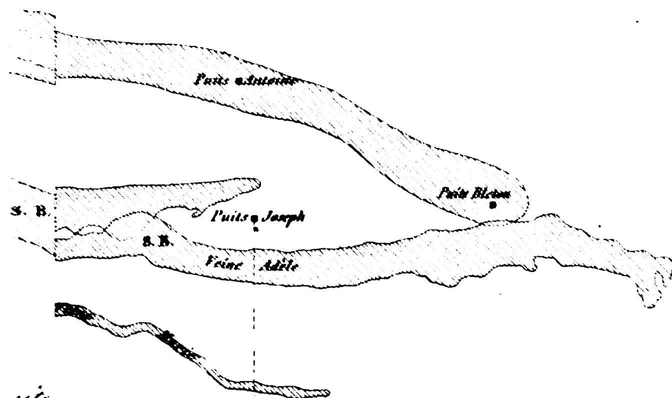
Coupe horizontale au niveau des tuyères
du Horno de gran tiro

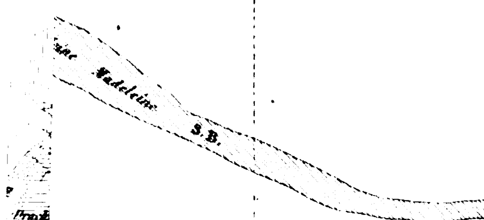




Lemaitre sc.

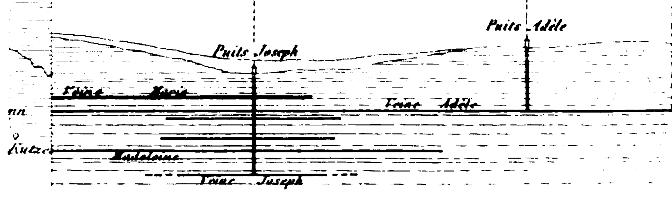
…renn, depuis 1840.



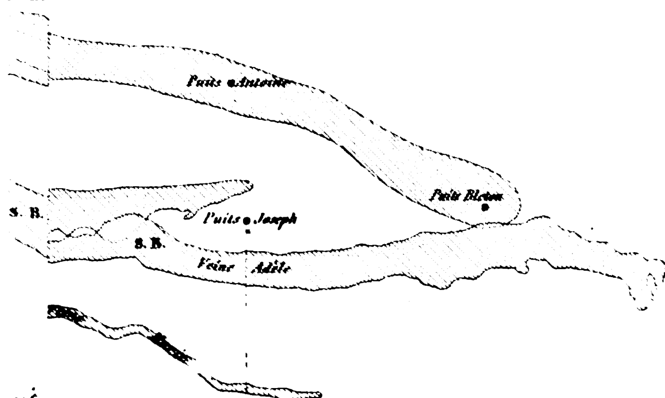


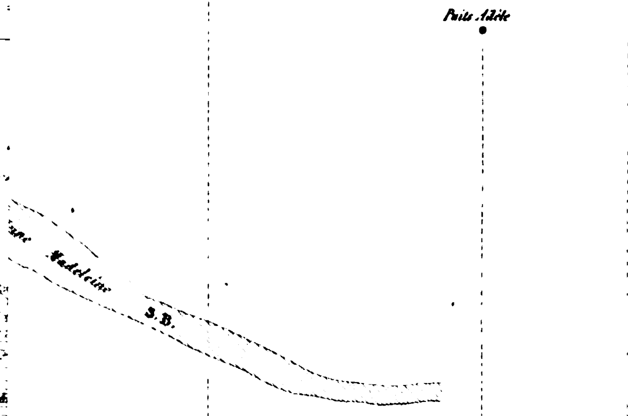
…amas bitumineux exploités ou reconnus à Bechelbronn depuis 183…

Fig. 2.



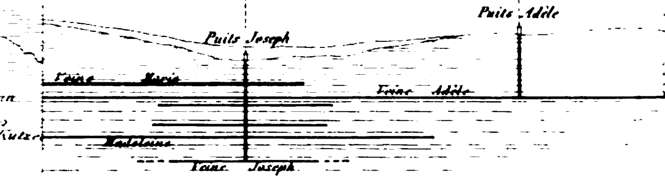
Lemaitre sc.





...amas bitumineux exploités ou reconnus à Bechelbronn depuis 1830.

Fig. 2.



Lemaitre sc.

Fig. 2.

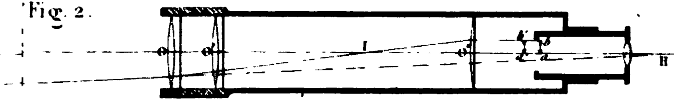


Fig. 3.

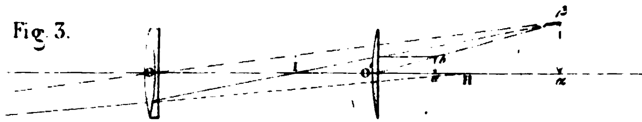


Fig. 12.

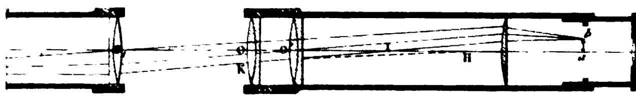


Fig. 13.

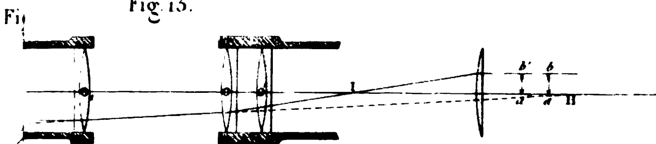
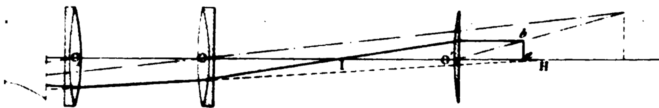


Fig. 19.



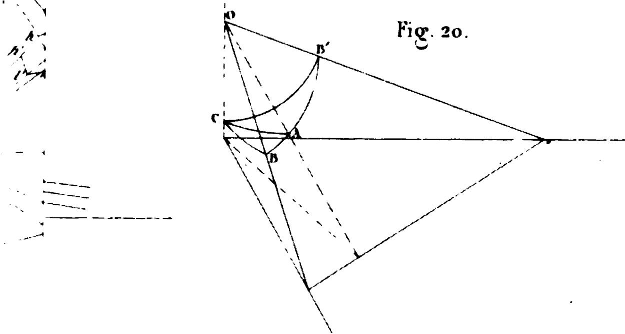


Fig. 20.

Lemaitre sc

Fig. 2.

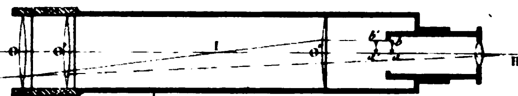


Fig. 3.

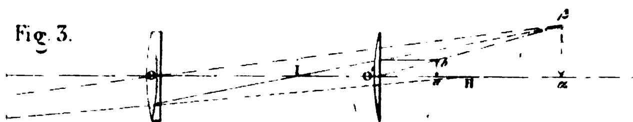


Fig. 12.

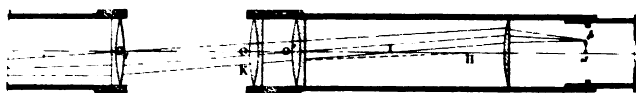


Fig. 13.

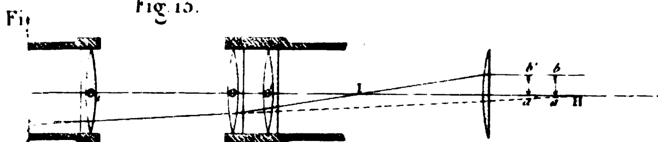
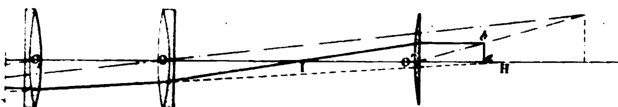


Fig. 19.



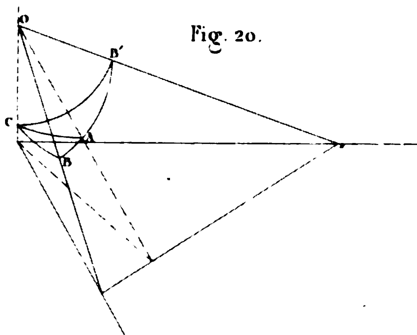


Fig. 20.

Lemaitre sc



g.5.

lithique

la nouvelle

de fer en gra
ment.

Roc

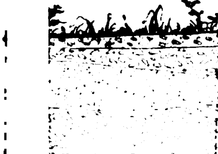
o

Pa

che calcaire
stratifiée

de g

en de minera



...te de minerais en rognons Calcair...

Calc...

...g.5.

...olithique

da...

Ca...

Tiche

...ep

la nouvell...

de fer en grai...

...ment.

Roc...

...5 o

P a ...

Qu...

...che calcaire

stratifiée

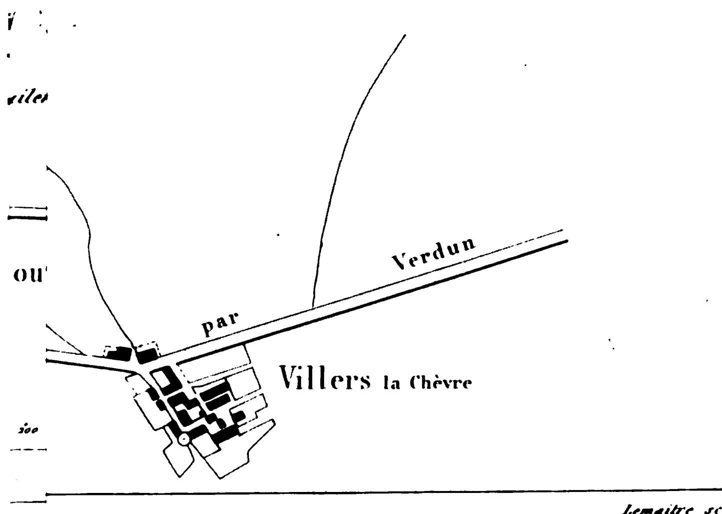
de ga...

...n de minera...

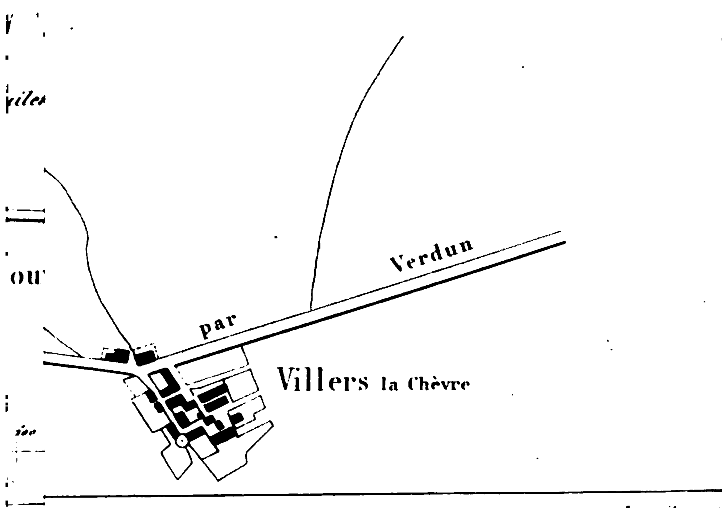
Fond argileux ...

B

... sc.



Lemaitre sc



Lemaitre sc.


Mance
Malancourt
Montois
la-Montagne



Malancourt

Montfaucon?

331

...métallique de Bourdon.

... sur...

Fig. 3.



A. Coupe suivant AB.

Fig. 7.



…pe métallique de Bourdon.

…suiv…

Fig. 3.



A. Coupe suivant A B.

Fig. 7.



